PRODUÇÃO ANIMAL E MEIO AMBIENTE

Amanda Vasconcelos Guimarães
Tiago da Silva Teófilo
(Organizadores)

Ano 2021

PRODUÇÃO ANIMAL E MEIO AMBIENTE

Amanda Vasconcelos Guimarães
Tiago da Silva Teófilo
(Organizadores)

Ano 2021

BY NC ND

Atena
Editora

Atena
Editora

Ciências Agrárias

Ano 2021

Produção animal e meio ambiente

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Amanda Vasconcelos Guimarães
Tiago da Silva Teófilo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P964 Produção animal e meio ambiente / Organizadores Amanda Vasconcelos Guimarães, Tiago da Silva Teófilo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-762-8
DOI 10.22533/at.ed.628211802

1. Animais. 2. Produção animal. 3. Meio ambiente. I. Guimarães, Amanda Vasconcelos (Organizadora). II. Teófilo, Tiago da Silva (Organizador). III. Título.

CDD 398.245

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Ciências Agrárias

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A obra “Produção Animal e Meio Ambiente” é uma compilação de textos que aborda temas diversos a partir da pesquisas científicas e revisões sobre a produção animal e o meio ambiente.

O objetivo central foi apresentar de forma agrupada e simples estudos desenvolvidos em diferentes instituições de ensino e pesquisa do país. Os assuntos são atualizados e relacionados à alimentação animal, bem-estar animal, mitigação de mudança climática e zoonose.

A produção animal tem sido cada vez mais questionada sobre os impactos ambientais causados pela aceleração da produção e intenso uso da terra. No entanto, a demanda por alimentos de origem animal é crescente, e necessária para atender o aumento populacional. Portanto, deve-se buscar um equilíbrio entre produção, bem-estar animal e redução do impacto ambiental.

Temas distintos e pertinentes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de estudantes de diferentes cursos, de nível superior, bem como profissionais e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela produção animal e sua influência sobre o meio ambiente.

Dispor de uma produção com questões diversas sobre produção animal e o meio ambiente é relevante, e deve ser transmitida para a sociedade, pois são conquistas da ciência e podem ser de interesse global.

Além da produção de conhecimento, faz-se necessário uma universalização do saber. Visto isso, gostaríamos de ressaltar o papel da Atena editora que contribui com uma ampla divulgação dos materiais produzidos, com acesso livre, contribuindo assim com a difusão do conhecimento científico.

Amanda Vasconcelos Guimarães
Tiago da Silva Teófilo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

DINÂMICA DO CARBONO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL

Data de aceite: 01/02/2021
Data de submissão: 07/12/2020

Yara de Almeida Araújo
Instituto Federal de Alagoas
Marechal Deodoro – Alagoas
https://orcid.org/0000-0001-7479-7794

Cleyton de Almeida Araújo
Universidade Federal do Vale do São Francisco
Petrolina – Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-3636-2890

Janiele Santos de Araújo
Universidade Federal do Vale do São Francisco
Petrolina – Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-9215-7931

Pedro Henrique Borba Pereira
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco
Garanhuns – Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-3999-4036

Judicael Janderson da Silva Novaes
Universidade Federal do Vale do São Francisco
Petrolina – Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-0813-595X

Fleming Sena Campos
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco
Garanhuns – Pernambuco
https://orcid.org/0000-0001-9027-3210

Glayciane Costa Gois
Universidade Federal do Vale do São Francisco
Petrolina – Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-4624-1825

Neilson Silva Santos
Universidade Estadual de Alagoas
Santana do Ipanema - Alagoas
https://orcid.org/0000-0001-5965-9510

Aicanã Santos de Miranda
Universidade Federal do Vale do São Francisco
Petrolina – Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-2343-6726

Amélia de Macedo
Universidade Federal do Vale do São Francisco
Petrolina – Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-3336-9168

Rosa Maria dos Santos Pessoa
Universidade Federal de Campina Grande
Patos - Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-8898-9161

RESUMO: O sequestro de carbono orgânico do solo é visto como uma estratégia importante na mitigação de gases de efeito estufa. Os níveis de carbono no solo são controlados pelo clima, além de fatores como a textura e a estrutura edáfica, a qual é definida pela união de partículas que se unem através da atuação de micro-organismos (agregados), dando formas a pequenas estruturas responsáveis pelo estoque de carbono e pela manutenção ideal para o desenvolvimento das plantas. Entretanto, a estrutura do solo é influenciada pelas operações do plantio convencional, em que o revolvimento do solo exerce influência direta nas perdas de estoques de carbono. As pastagens contêm quantidades substanciais de carbono orgânico do solo, estimando cerca de 50% mais carbonos

do que as florestas. Contudo, os estoques de carbono orgânico do solo relacionado as pastagens podem aumentar ou diminuir ao longo tempo. Tendo em vista a importância do carbono nos serviços ecossistêmicos, objetivou-se realizar uma revisão bibliográfica frente a dinâmica do carbono em sistemas de produção de ruminantes.
PALAVRAS-CHAVE: Agregados do solo; Estoque de carbono; matéria orgânica.

DYNAMICS OF CARBON IN ANIMAL PRODUCTION SYSTEMS

ABSTRACT: Soil organic carbon sequestration is seen as an important strategy in mitigating greenhouse gases. The levels of carbon in the soil are controlled by the climate, in addition to factors such as texture and edaphic structure, which is defined by the union of particles that come together through the action of microorganisms (aggregates), giving shape to small responsible structures carbon stock and ideal maintenance for plant development. However, the structure of the soil is influenced by conventional planting operations, in which the turning of the soil has a direct influence on the losses of carbon stocks. Pastures contain substantial amounts of soil organic carbon, estimating about 50% more carbons than forests. However, stocks of pasture organic carbon related soil can increase or decrease over time. Thus, in view of the importance of carbon in ecosystem services, the objective was to carry out a bibliographic review regarding carbon dynamics in ruminant production systems.
KEYWORDS: Soil aggregates; Carbon stock; Organic matter.

1 | INTRODUÇÃO

As perturbações promovidas pelo homem ao ciclo de carbono (C) têm sido diretas e indiretas. Dentre os fatores mais nítidos destacam-se a modificação da estrutura e distribuição dos recursos por meio de alterações no uso do solo. A perda da vegetação florestal e a troca por outra cobertura na superfície produzem efeitos deletérios no ciclo de C, por intermédio da perda de capacidade fotossintética na vegetação florestal e a liberação simultânea de grandes quantidades de C reunidas nos ecossistemas florestais ao longo do tempo (APPS, 2003)

O maior reservatório de carbono orgânico terrestre na biosfera é o solo (FRANZLUEBBERS, 2012; PALOSUO et al., 2015). O elemento é pertencente a vários serviços ecossistêmicos, tanto para o bem estar humano quanto para conservação da natureza (GHOSH et al., 2019) e a produção agropecuária. As áreas de pastagens contêm quantidades substanciais de carbono orgânico do solo, estimando-se uma proporção de 50% a mais de carbonos em relação a áreas florestais (CONANT et al., 2017).

A agropecuária tem grande importância na dinâmica dos gases de efeito estufa (GEE), podendo contribuir para as mudanças climáticas, contudo, a depender, do sistema de manejo empregado, tanto as lavouras quanto as pastagens podem configurar-se como sumidouros de GEE. A utilização das pastagens na produção animal é menos onerosa e exige quantidades reduzidas de insumos, quando comparados com sistemas intensivos de produção. Entretanto, há uma grande variação na dinâmica de GEE, sendo influenciada,

principalmente pelo manejo adotado. Com a crescente preocupação mundial em relação as questões ambientais, em especial o efeito estufa e suas consequências, conceitos como “pegada de carbono” recentemente vêm sendo adotados em sistemas de produção sob pastejo (FIGUEIREDO et al., 2017; RAMÍREZ-RESTREPO, et al., 2020). Este conceito pode ser entendido como “a quantidade total de emissões de gases de efeito estufa associadas a um produto alimentício ou serviço expresso em equivalentes de dióxido de carbono (KASHYAP & AGARWAL, 2021).

Tendo em vista a importância do carbono nos serviços ecossistêmicos, objetivou-se realizar uma revisão bibliográfica frente a dinâmica do carbono em sistemas de produção de ruminantes.

2 | CICLO BIOGEOQUÍMICO DO CARBONO

O carbono é um dos elementos químicos fundamentais para os seres vivos, sendo o quarto elemento em maior abundância na Terra, distribuídos em quatro compartimentos principais, a saber: oceanos, atmosfera, formações geológicas e ecossistemas terrestres. O solo é considerado o maior reservatório de carbono em ecossistemas terrestres, com níveis mais elevados que os reservatórios de carbono atmosférico e de carbono da vegetação (JOBBÁGY & JACKSON, 2000).

Em ecossistemas naturais, os aspectos da formação do solo são os responsáveis primários dos processos de ciclagem de carbono, no qual exercem influência sobre o aporte de resíduos e sobre as saídas de carbono do solo. Isto é decorrente do contínuo processo de decomposição de resíduos das plantas por micro-organismos. Através dessa decomposição ocorre a liberação do carbono do solo para a atmosfera sendo retornados as plantas através do processo de fotossíntese. Quando existe uma quebra no equilíbrio desse ciclo biogeoquímico o volume de carbono expande-se na atmosfera ocasionando o efeito estufa (FENG et al., 2020).
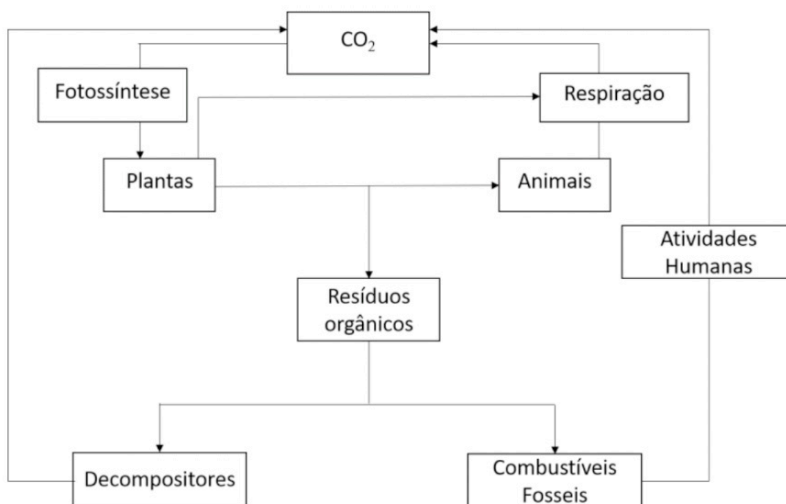
Figura 1. Ciclo Biogeoquímico do Carbono

Fonte: Os autores

Uma oportunidade para compensar as emissões globais de CO_2 é o sequestro de carbono do solo (FENG et al., 2020) (Figura 2).
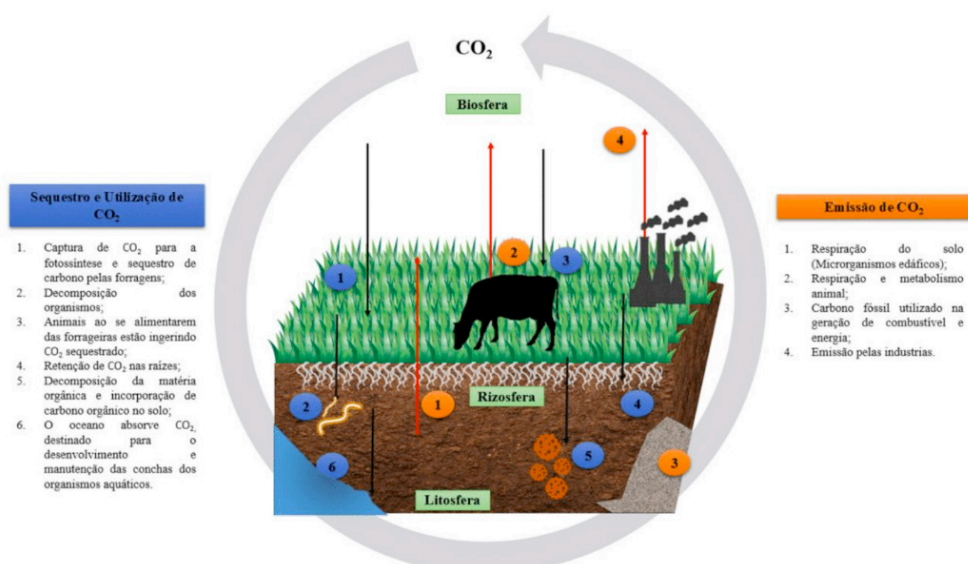
Figura 2. Emissão, sequestro e utilização de CO_2

Fonte: Os autores

3 | CICLAGEM DO CARBONO

A conversão de sistemas naturais em sistemas agrícolas abrange uma série de atividades que interferem nas taxas de adição e decomposição da matéria orgânica. O manejo do solo aliado ao uso em sistemas agrícolas interfere tanto na entrada quanto na saída de carbono do solo para a atmosfera. Em relação a biomassa microbiana do solo, o carbono presente na matéria orgânica, por ser o destino inicial do carbono em transformação no solo, apresenta uma ciclagem rápida (PEREIRA et al., 2013).

As plantas contribuem significativamente para o carbono orgânico do solo, por meio da absorção de nutrientes espalhados em camadas profundas e captando CO_2 pela fotossíntese, acumulando carbono orgânico na superfície do solo, avançando o desenvolvimento do solo. As plantas também interferem no ambiente químico do solo e melhoram a qualidade devido ao movimento, absorção e secreção das raízes e decomposição da serapilheira (KUZYAKOV & DOMANSKI, 2015).

A serapilheira se enquadra em um estoque importante de carbono, no qual acumula cerca de duas a três vezes mais carbono que a atmosfera. Logo, as plantas são bombas de carbono para os ecossistemas e mantem a ciclagem do carbono equilibrado entre o solo e a atmosfera (MARTINS & ANGERS, 2015).

4 | PERDAS DE CARBONO NO SOLO

Alguns fatores podem alterar os estoques de carbono. De acordo com Bezdicek et al. (1996) a erosão, a lixiviação, a compactação do solo e a perda da matéria orgânica são exemplos de processos de degradação em sistemas agrícolas que podem reduzir os estoques de carbono no solo. A erosão hídrica é a causa que mais favorece esta redução (SCHARLEMANN et al., 2014), haja visto que ela contribui para a redução da sustentabilidade dos agroecossistemas devido ao arraste do solo, água, nutrientes e carbono orgânico (SILVA et al., 2005). Com isso, a erosão do solo tem recebido uma maior atenção em todo o mundo como um dano ambiental preocupante, pelo fato de não estar associada apenas a degradação do solo, mas também por afetar significativamente o ciclo global do carbono (LAL, 2019).

As florestas armazenam no solo e nas árvores mais carbono do que na atmosfera. Através dos desmatamentos das florestas grande parte do carbono armazenado, tanto no solo quanto nas arvores, é liberado para a atmosfera aceleradamente, via queimadas ou através da decomposição do material morto. Hosokawa (1998) relata que, se a área desmatada for reflorestada, é possível que o carbono seja retirado da atmosfera e retorne a superfície do solo, sendo novamente armazenado. O carbono orgânico encontra-se estável em áreas que não sofreram ações antrópicas, todavia, quando essas áreas são submetidas ao manejo intensivo sofrem perdas na quantidade e qualidade de carbono (ADDISCOT, 1992). Spohn & Giani (2011) e Schmidt et al. (2011) evidenciam que mudanças no uso do

solo sob pastagens e solos florestais para solos aráveis reduzem o carbono orgânico do solo em aproximadamente 20 a 40%, em 20 anos.

5 I CARBONO ORGÂNICO E A FERTILIDADE DO SOLO

O teor de carbono orgânico do solo é considerado como um fator determinante da qualidade do solo e da sustentabilidade ambiental. Como o carbono orgânico do solo afeta as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, ele auxilia na melhoria da fertilidade edáfica e na manutenção e sustentação da produtividade do solo (RUMPEL et al., 2018).

O carbono orgânico exerce influência na qualidade e saúde do solo com impacto no crescimento das plantas (LAL, 2019). Cerca de 45 a 60% da massa da matéria orgânica do solo é composta por carbono orgânico. A diminuição da matéria orgânica estimula a deterioração da estrutura edáfica e reduz significativamente a produtividade do solo (YILMAZ et al., 2019). Razafimbelo et al., (2008) citam que sistemas de produção agrícola que utilizam sistemas de manejo convencionais reduzem a proteção física da matéria orgânica do solo, deixando-a exposta a degradação ocasionando a perda do carbono orgânico.

6 I CARBONO NOS AGREGADOS DO SOLO

A estabilidade dos agregados do solo é considerada um dos indicadores mais relevantes da degradação do solo, sendo normalmente utilizada como um indicador da estrutura do solo, estando associada a dinâmica do carbono. Logo, a estabilidade dos agregados afeta diretamente a estabilidade de carbono, porosidade, retenção de água e resistência hídrica no solo (SAYGIN et al., 2012).

Os agregados são responsáveis pelo ganho e retenção do carbono, no qual protegem a matéria orgânica. Esse processo é resultado da forma de manejo utilizado na área. Quando há uma desestabilização da estrutura do solo, este sofre alterações negativas nos estoques de carbono acarretando problemas na distribuição dos poros o que influencia em uma menor infiltração de água e do ar, além de afetar negativamente o desenvolvimento das plantas. Vezzani & Mielniczuk (2011) afirmam que o uso agrícola juntamente com o revolvimento intensivo e baixa adição de resíduos contribuem para quebra dos agregados. A quebra desses agregados é influenciada pelo plantio convencional, expondo o carbono disponível no solo no qual estava protegido dos processos de oxidação. Sendo assim, o revolvimento ocasiona a ruptura dos agregados favorecendo a erodibilidade devido a desestruturação edáfica agente responsável pela infiltração de água e penetração das raízes.

Para que a produção agrícola tenha uma melhor produtividade é necessário realizar a manutenção para uma melhor estabilidade edáfica, sendo assim, uma pratica agrícola chave na manutenção da estabilidade dos agregados do solo é o plantio direto, que auxilia

a diminuição da temperatura superficial, aumenta a atividade microbiana além de acumular superficialmente nutrientes e matéria orgânica, aumentando o teor de carbono orgânico, a estabilidade de agregados e formação e manutenção de bioporos no solo, reduzindo a erosão hídrica (CASSOL, 1984).

7 I DINÂMICA DO CARBONO EM ÁREAS DE PASTAGENS

Os sistemas de produção animal estão no alvo das preocupações e críticas com as mudanças climáticas e com as medidas decorrentes dessas oscilações, em especial as que envolvem a fixação e ciclagem de carbono. Tais críticas são decorrentes do manejo de substituição de áreas de mata natural por pastagens cultivadas, o que culmina em grandes liberações de carbono. Apesar do aumento dos estudos sobre o comportamento do carbono em sistemas de pastejo, não existem dados exatos sobre a liberação e manutenção de carbono nas áreas de pastejo que foram criadas e substituição de matas nativas. O compreendimento do estoque de C e de seus processos no solo em sistemas naturais e agroecossistemas imprescindível no progresso de tecnologias para a formação de sistemas sustentáveis, assim como para avaliar o papel do solo como provedor ou acumulador de CO_2 para a atmosfera (Corazza et a., 1999).

De maneira geral, os teores de C tendem a ser menores nas camadas mais profundas dos solos das pastagens. Tal resultado é decorrente dos maiores aportes de matéria orgânica observados nas camadas superficiais. Salimon et al., (2007) observaram que os solos sob pastagem possuem entre 40 a 50% de carbono nas camadas superficiais e que elemento tem origem das próprias gramíneas em profundidades de 0 a 5 cm. Salton et al. (2011) verificaram que as melhores taxas de acúmulo e estoques de carbono no solo são encontradas em sistemas com pastagem permanente em relação a sistemas com lavouras e integração lavoura – pecuária, os quais demostraram resultados inferiores e intermediários, respectivamente.

Ao analisar o potencial de sequestro de carbono no solo e dinâmica da matéria orgânica em pastagens degradadas no Brasil, Oliveira (2018) observa-se que pastagens mais novas apresentam solo com menor acúmulo de carbono, estando tal resultado relacionado ao menor aporte de carbono proveniente das pastagens nos primeiros anos após a implantação.

As pastagens tendem a ganhar carbono no solo, mas perde produtividade se a renovação for constante, o ideal para a renovação é relativo sobre a taxa de deterioração da pastagem (LIÁNG et al., 2020). Essa renovação é eficaz pela capacidade de aumentar a produtividade das pastagens e pela melhoria da folhagem, o que consequentemente há uma produção maior de sólidos de leite, resultando em um melhor retorno econômico (GLASSEY et al., 2010), todavia, existe a preocupação de que essa mesma renovação afete a dinâmica do carbono no solo, resultando em perdas de carbono no solo (RUTLEDGE et al.,

2015; 2017). Contudo, a renovação da pastagem afeta inevitavelmente o ciclo do carbono devido a perturbação da pastagem existente, porém ainda não é bem compreendido o motivo pela qual a renovação de carbono afeta os teores de carbono (LIÀNG et al., 2020).

Segundo Nath & Lal (2017), a conversão de terras agrícolas em pastagens perenes auxilia no potencial de sequestro de carbono do solo, melhorando a estabilidade estrutural e os agregados. Devido as pastagens perenes conter taxas mais altas de fungos/bactérias quando comparado a sistemas de cultivos anuais, a quantidade de insumos detríticos influenciam no aumento da probabilidade de que essas pastagens perenes acumulem e armazenem mais carbono em comparação para sistemas anuais (LIANG et al., 2013; 2016).

8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento da dinâmica do carbono em sistemas de produção agropecuária evidencia o papel fundamental dos sistemas de produção agrícola e a eficiência da pastagem quando bem manejada no sequestro e estoque de carbono. Desmascarando desta forma, a disseminação de informações errôneas sobre os sistemas de produção de ruminantes.

REFERÊNCIAS

Addiscot, T.M. **Entropy and sustainability**. Eur. J. Soil Sci. 46, 161-168, 1992.

Apps, M.J. **Forests, the global carbon cycle and climate change**. *Proceedings*… Congress B—Forests for the Planet, XII. World Forestry Congress, Québec. 2003.

Bezdicek, D.F.; Papendick, R.I.; Lal, R. **Introduction: importance of soil quality to health and sustainable land management**. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Ed.). Methods for assessing soil quality. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.1-8. (SSSA. Special publication, 49).

Cassol, E.A. **Erosão do solo: influência do uso agrícola, do manejo e preparo do solo**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Instituto de Pesquisa em Recursos Naturais Não Renováveis, 1984. 40p. (Boletim Técnico, 15).

Conant, R.T.; Cerri, C.E.; Osborne, B.B. Paustian, **Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis.** Ecol. Appl. 27, 662-668, 2017.

Corazza, E.J.; Silva, J.E.; Resck, D.V.S.; Gomes, A.C. **Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado**. Rev. Bras. Ci. Solo. 23, 425-432, 1999.

Feng, Q.; An, C.; Chen, Z.; Wang, Z. **Can deep tillage enhance carbon sequestration in soils? A meta-analysis towards GHG mitigation and sustainable agricultural management**. Ren. Sust. Energy Rev. 133, e110293, 2020.

Figueiredo, E.B.; Jayasundara, S.; Bordonal, R.O.; Berchielli, T.T.; Reis, R.A.; Wagner-Riddle C.; Scala Jr, N. L.; **Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil**. J. Cleaner Prod. 142, 420-431, 2017.

Franzluebbers, A.J. **Grass roots of soil carbon sequestration**. C. Manag. 3, 9-11, 2012.

Ghosh, P.K.; Mahanta, S.K.; Mandal, D.; Mandal, B.; Ramakrishnan, S. **Carbon management in Tropical and Sub-Tropical terrestrial systems**. 1st ed. Singapore: Springer, 2019, 438 p.

Glassey, C.B.; Roach, C.G.; Strahan, M.R.; Mclean, N. **Dry matter yield, pasture quality and profit on two Waikato dairy farms after pasture renewal.** *Proceedings…* New Zealand Grassland Association, 91-96, 2010.

Hosokawa, R.T; Moura, J.B.D.; Cunha, U.S.D. **Introdução ao manejo e economia de florestas**. Curitiba: UFPR,1998, 162 p.

Jobbágy, E.G.; Jackson, R.B. **The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation**. Ecol. Appl. 10, 423-436, 2000.

Kashyap, D.; Agarwal T. **Carbon footprint and water footprint of rice and wheat production in Punjab, India**. Agric. Syst. 186, e102959, 2021.

Kuzyakov, Y.; Domanski, G. **Carbon input by plants into the soil. Review**. J. Plant Nut Soil Sci. 163, 421-431, 2000.

Lal, R. **Accelerated soil erosion as a source of atmospheric CO_2**. Soil Till. Res. 188, 35-40, 2019.

Li, M.; Liu, S.; Sun, Y.; Liu, Y. **Agriculture and animal husbandry increased carbon footprint on the Qinghai-Tibet Plateau during past three decades**. J. Cleaner Prod. 278, e123963, 2021.

Liáng, L.L.; Kirschbaum, U.M.; Giltrap, D.L.; Wall, A.M.; Campbell, D.I. **Modeling the effects of pasture renewal on pasture carbon balance**. Total Env. Sci. 715, e136917, 2020.

Liang, C.; Kao-Kniffin, J.; Sanford, G.R.; Wickings, K.; Balser, T.C.; Jackson, R.D. **Microorganisms and their residues under restored perennial grassland communities of varying diversity**. Soil Biol. Bioch. 103, 192-200, 2016.

Liang, C.; Duncan, D.S.; Balser, T.C.; Tiedje, J.M.; Jackson, R.D. **Soil microbial residue storage linked to soil legacy under biofuel cropping systems in southern Wisconsin, USA**. Soil Biol. Bioch. 57, 939-942, 2013.

Martins, M.R.; Angers, D.A. **Different plant types for different soil ecosystem services**. Geod. 237, 266-269, 2015.

Nath, A.J.; Rattan, L.A.L. **Effects of tillage practices and land use management on soil aggregates and soil organic carbon in the north Appalachian region, USA**. Pedosp. 27, 172-176, 2017.

Oliveira, D.C.D. **Potencial de sequestro de carbono no solo e dinâmica da matéria orgânica em pastagens degradadas no Brasil.** 83f. Tese (Doutorado em Ciência do solo e nutrição de plantas). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2018.

Palosuo, T.; Heikkinen, J.; Regina, K. **Method for estimating soil carbon stock changes in Finnish mineral cropland and grassland soils**. C. Manag. 6, 207-220, 2015.

Pereira, M.F.S.; Júnior, J.N.; Sá, J.R., Linhares, P.C.F., Neto, F.B., Souza Pinto, J.R. **Ciclagem do carbono do solo nos sistemas de plantio direto e convencional**. Agropec. Cient. Semiárido. 9, 21-32, 2013.

Ramírez-Restrepo, C.A.; Vera-Infanzón, R.R.; Rao, I.M. **Predicting methane emissions, animal-environmental metrics and carbon footprint from Brahman (*Bos indicus*) breeding herd systems based on long-term research on grazing of neotropical savanna and Brachiaria decumbens pastures**. Agric. Syst. 184, e102892, 2020.

Razafimbelo, T.M.; Albrecht, A.; Oliver, R.; Chevallier, T.; Chapuis-Lardy, L.; Feller, C. **Aggregate associated-C and physical protection in a tropical clayey soil under Malagasy conventional and no-tillage systems**. Soil Till. Res. 98, 140-149, 2008.

Rumpel, C.; Amiraslani, F.; Koutika, L. S.; Smith, P.; Whitehead, D.; Wollenberg, E. **Put more carbon in soils to meet Paris climate pledges**. Nat. 564, 32 - 34, 2018.

Rutledge, S.; Wall, A.M.; Mudge, P.L.; Troughton, B.; Campbell, D.I.; Pronger, J.; Schipper, L.A. **The carbon balance of temperate grasslands part II: The impact of pasture renewal via direct drilling.** Agric. Ecosyst. Environ. 239, 132-142, 2017.

Rutledge, S.; Mudge, P.L.; Campbell, D.I.; Woodward, S.L.; Goodrich, J.P.; Wall, A.M.; Schipper, L.A. **Carbon balance of an intensively grazed temperate dairy pasture over four years**. Agric. Ecosyst. Environ. 206, 10-20, 2015.

Salimon, C.I.; Wadt, P.G.S.; Melo, A.W.F. **Dinâmica do Carbono na conversão de floresta para pastagens em argissolos da formação geológica solimões, no sudoeste da Amazônia**. Rev. Biol. Ci. Terra. 7, 29-38, 2007.

Salton, J.C.; Mielniczuk, J.; Bayer, C.; Fabrício, A.C.; Macedo, M.C.M.; Broch, D.L. **Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária**. Pesq. Agropec. Bras. 46, 1349-1356, 2011.

Saygın, S.D.; Cornelis, W. M.; Erpul, G.; Gabriels, D. **Comparison of different aggregate stability approaches for loamy sand soils.** Appl. Soil Ecol. 54, 1-6, 2012.

Scharlemann, J.P.; Tanner, E.V.; Hiederer, R.; Kapos, V. **Global soil carbon: understanding and managing the largest terrestrial carbon pool**. C. Manag. 5, 81-91, 2014.

Schmidt, M.W.; Torn, M. S.; Abiven, S.; Dittmar, T.; Guggenberger, G.; Janssens, I.A.; Nannipieri, P. **Persistence of soil organic matter as an ecosystem property**. Nat. 478, 49-56, 2011.

Silva, A.M.; Silva, M.L.N.; Curi, N.; Lima, J.M.; Avanzi, J.C.; Ferreira, M.M. **Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural**. Pesq. Agropec. Bras. 40, 1223-1230, 2005.

Spohn, M.; Giani, L. **Impacts of land use change on soil aggregation and aggregate stabilizing compounds as dependent on time**. Soil Biol. Biochem. 43, 1081-1088, 2011.

Vezzani, F.M.; Mielniczuk, J. **Agregação e estoque de carbono em argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola**. Rev. Bras. Ci Solo. 35, 213–223, 2011.

Yılmaz, E.; Çanakcı, M.; Topakcı, M.; Sönmez, S.; Ağsaran, B.; Alagöz, Z.; Uras, D.S. **Effect of vineyard pruning residue application on soil aggregate formation, aggregate stability and carbon content in different aggregate sizes**. Cat. 183, 104219, 2019.

CAPÍTULO 2

ALTERNATIVAS PARA O INCREMENTO DE MATÉRIA SECA POTENCIALMENTE DIGESTÍVEL (MSpd) EM REGIÕES DE CLIMA SEMIÁRIDO DO BRASIL

Data de aceite: 01/02/2021
Data de submissão: 08/12/2020

Alberto Jefferson da Silva Macêdo
Universidade Federal de Viçosa
Departamento de Zootecnia
Viçosa – Minas Gerais, Brasil
https://orcid.org/0000-0002-2789-0221

Cássia Aparecida Soares de Freitas
Universidade Federal de Viçosa
Departamento de Zootecnia
Viçosa – Minas Gerais, Brasil
https://orcid.org/0000-0001-8639-6429

Danielle Nascimento Coutinho
Universidade Federal de Viçosa
Departamento de Zootecnia
Viçosa – Minas Gerais, Brasil
https://orcid.org/0000-0002-0136-6536

Wagner Sousa Alves
Universidade Federal de Viçosa
Departamento de Zootecnia
Viçosa – Minas Gerais, Brasil
https://orcid.org/0000-0003-3161-5254

Gabriela Duarte Oliveira Leite
Universidade Federal de Viçosa
Departamento de Zootecnia
Viçosa – Minas Gerais, Brasil
https://orcid.org/0000-0002-6098-5126

Albert José dos Anjos
Universidade Federal de Viçosa
Departamento de Zootecnia
Viçosa – Minas Gerais, Brasil
http://orcid.org/0000-0002-5252-1225

Felipe Evangelista Pimentel
Universidade Federal de Viçosa
Departamento de Zootecnia
Viçosa – Minas Gerais, Brasil
https://orcid.org/0000-0002-9292-060X

Jaina Oliveira Alves
Universidade Federal de Viçosa
Departamento de Zootecnia
Viçosa – Minas Gerais, Brasil
https://orcid.org/0000-0002-0880-4252

RESUMO: Devido às condições naturais que o Brasil possui, o coloca em posição de destaque na produção de alimentos, porém é comum que em determinado período do ano ocorra estacionalidade climática que influencia diretamente na disponibilidade de alimentos para os animais criados quase que exclusivamente à pasto. Em algumas regiões do país essa estacionalidade é mais acentuada, como no caso da região semiárida do Nordeste brasileiro, caracterizando-se como um “Sistema em Não Equilíbrio”. Esta revisão foi elaborada objetivando-se explicitar conceitos a respeito de técnicas e estudos sobre a produção animal em regiões de clima semiárido no Brasil. Assim, tem-se a necessidade de utilizar alternativas que visem aumentar a disponibilidade de forragem em períodos caracterizados pela baixa oferta em quantidade e qualidade de alimentos. Desta forma, surgem várias alternativas que podem ser utilizadas como a manipulação da vegetação nativa, com a utilização do rebaixamento, raleamento e enriquecimento, inclusão de espécies forrageiras exóticas, gramíneas ou

leguminosas que podem incrementar a concentração total de nutrientes na dieta, uso do banco de proteína para ofertar proteína via pastejo, cultivo de lavouras xerófilas como no caso da palma forrageira, sorgo forrageiro, milheto, uso de espécies endêmicas da região, como a jurema preta, maniçoba, sabiá, jitirana, mofumbo, a utilização de alimentos conservados como fenos ou silagens e a suplementação. Em virtude das condições apresentadas, mesmo nas condições adversas impostas pelos Sistemas em não equilíbrio, é possível manejar estes sistemas com as alternativas mencionadas que vislumbram o desempenho dos animais tornando o rebanho produtivo no decorrer de todo ano.
PALAVRAS-CHAVE: Conservação, disponibilidade de forragem, estacionalidade, pastagem nativa, produção animal.

ALTERNATIVES TO INCREASE OF POTENTIALLY DIGESTIBLE DRY MATTER (DMpd) IN BRAZILIAN SEMIARID CLIMATE REGIONS

ABSTRACT: The natural conditions that Brazil has, it places it in a prominent position in food production, however it is common for a certain period of the year occur climate seasonality that directly influences the availability of food for animals raised almost exclusively on pasture. In some regions this seasonality is more pronounced than others, as in the case semiarid region of Northeast Brazil and is characterized as a “System in no equilibrium”. This review was designed to explain concepts about techniques and studies on animal production in semiarid climate regions in Brazil. Thus, there is a need to use alternatives that aim to increase the availability of forage in periods characterized by low supply in quantity and quality of food. In this way, there are alternatives that can be used as the manipulation of the native, using the drawdown, thinning and enrichment, including exotic forage crops, grasses or legumes that may increase the total concentration of nutrients in the diet, use of bank of protein to offer protein via grazing, cultivation of xerophilic crops as in the case of forage palm, forage sorghum, millet, use of endemic species in the region, such as black jurema, maniçoba, sabia, jitirana, mofumbo, the use of preserved foods such as hay or silage and supplementation. In view of the conditions presented, even in the adverse conditions imposed by the “Systems in no equilibrium’, it is possible to manage these systems with the mentioned alternatives looking out over the performance of the animals making productive herd throughout the year.
KEYWORDS: Conservation, forage availability, seasonality, native pasture, animal production.

1 I INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com extensões territoriais continentais, abundância de recursos naturais, possuindo uma grande diversidade de flora e fauna. Além disso, nas últimas décadas, o país passou de importador de alimentos para grande exportador, se destacando no cenário nacional e mundial no que diz respeito à produção de alimentos (SEAB, 2014).

A carne bovina é um dos principais produtos que tem se destacado neste cenário promissor, produzida em quase que sua totalidade em pastagens tropicais e em todo o território nacional. Entretanto, devido a flutuações no mercado, o desbalanço entre oferta e demanda de carne, pode causar nesse produto elevados preços, como no período

de pandemia do coronavírus, devido a baixa oferta, alta demanda, ressaltando nesta situação ainda mais a necessidade de buscar intensificação dos sistemas pecuários, para evitar situações ocorridas no período de pandemia (DIAS FILHO, 2014; FAGUNDES & CACIATORI, 2020).

Contudo, a sazonalidade climática é recorrente e, dependendo da região do país, pode ser mais ou menos intensa, influenciando diretamente na produção de forragem, que se correlaciona fortemente com o desempenho animal à pasto e a oferta de produto final no mercado (leite ou carne).

Nesse contexto, a produção de ruminantes a pasto se divide em dois grandes sistemas, sendo estes o "Sistema em Equilíbrio" e "Sistema em Não Equilíbrio" (HOFFMANN et al., 2014; ALMEIDA et al., 2015).

O "Sistema em Equilíbrio" apresenta características desejáveis para o produtor, principalmente pelo fato deste possuir maior controle sobre o sistema, que geralmente apresenta chuvas regulares, curto período de estiagem, propício para o cultivo de pastos perenes, e menor estacionalidade na produção de forragem. De forma contrária, o "Sistema em Não Equilíbrio" apresenta chuvas irregulares, longo período seco, elevada evapotranspiração, estacionalidade na produção de forragem mais intensa, cultivo de forrageiras anuais, elevado déficit hídrico e menor poder de controle por parte do produtor (PAULINO et al., 2008; DETMANN, PAULINO & VALADARES FILHO, 2010).

O conteúdo abordado nesta revisão de literatura irá destacar os "Sistemas em Não Equilíbrio" com enfoque para sistemas de criação de animais à pasto em condição edafoclimática limitante, como exemplo o semiárido brasileiro e de que forma estes sistemas influenciam na produção animal. Frente a essa particularidade serão discutidas alternativas que visem potencializar o incremento de matéria seca potencialmente digestível (MSpd) nesses sistemas.

2 | CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA E ALTERNATIVAS PARA POTENCIALIZAR A PRODUÇÃO ANIMAL EM SISTEMAS EM NÃO EQUILÍBRIO

Os "Sistemas em Não Equilíbrio" apresentam várias peculiaridades que o diferencia, sendo notório/evidenciado um ambiente dinâmico, com variações de ordem temporal e espacial, o fator precipitação é errático e baixo, sendo esse, determinante em sistemas agropecuários. A precipitação está intimamente relacionada com o desenvolvimento da vegetação e, para que aconteça de forma satisfatória, é necessário que haja temperatura, radiação e principalmente umidade no solo, passível de atender as demandas hídricas da cultura, intumescimento celular, como também a planta consegue transpirar e extrair nutrientes da solução do solo necessários para seu metabolismo (BAKKE et al., 2007; MARENGO et al., 2011).

A composição botânica da área também é influenciada pelo fator precipitação. Em

“Sistemas em Não Equilíbrio” é difícil o estabelecimento de plantas perenes especializadas em produzir biomassa e que e que suportem desfolhação frequentes, devido às condições de déficit hídrico acentuado. Entretanto, é passível de lançar mão de estratégias como o uso de plantas adaptadas a essas condições, capazes de se desenvolverem em situações favoráveis e paralisar ou acelerar seu ciclo fenológico em condições atípicas (HODGSON & SILVA, 2000; VIEIRA & STUDART, 2009).

A produção de animais a pasto na região semiárida do Nordeste brasileiro se caracteriza como um “Sistema em Não Equilíbrio” com particularidades que se diferenciam de outras regiões. A região apresenta como principais características: solos rasos e pedregosos, estacionalidade climática acentuada, elevada taxa de evapotranspiração e relevo variável, com solos de média a elevada fertilidade do ponto de vista químico, mas pouco intemperizados e com limitações físicas que permitam a manipulação plena para a agricultura (ARAÚJO, 2011).

A Caatinga, considerada um bioma responsável por abrigar toda a fauna e flora, é considerada um “Sistema em não Equilíbrio”, é fonte de alimento para animais ruminantes especialmente caprinos e ovinos. As condições ambientais desses sistemas condicionam a vocação natural para a criação de animais. Levantamentos apontam que em toda a região semiárida no Nordeste brasileiro, mais de 80% são utilizados como áreas de pastos, em que o componente forrageiro básico advém de pastos nativos (PEREIRA FILHO, SILVA & CEZAR, 2013).

Os componentes vegetais estão distribuídos em três estratos pastejáveis, classificados em: herbáceo, arbustivo e arbóreo. Além de possuir elevada diversidade florística, a ocorrência dessas espécies é variável ao longo do ano, com maior frequência observada no período chuvoso (CAVALCANTE et al., 2018).

Cavalcante et al. (2018) realizaram um levantamento florístico e fitossociológico em área de Caatinga no sertão do Pajeú de Pernambuco, Brasil e verificaram em três áreas de coleta mais de 428 indivíduos pertencentes ao estrato herbáceo, com maiores ocorrências das famílias *Poaceae*, *Malvaceae*, *Scrophulariaceae*.

Nascimento et al. (2013), relataram em uma área enriquecida com capim-corrente {*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Daudy}, elevada diversidade de plantas no período chuvoso, tais como: *Centrosema sp.* com 161.000 plantas ha^{-1}, *Phaseolus latyroides* com 12.000 plantas ha^{-1}, *Trifolium repens* com 32.000 plantas ha^{-1}, *Sida spinosa* L. com 363.000 plantas ha^{-1} e *Stylosanthes captata* 176.000 plantas ha^{-1} que são benéficas para alimentação e também *Hyptis suaveolens* L. Point com cerca de 805.000 plantas ha^{-1} e *Ipomoea sp.* que apresentou 176.000 plantas ha^{-1}, espécies que por apresentarem toxinas tornam-se menos aceitáveis e consumidas pelos animais.

Por questões culturais o uso da vegetação nativa da Caatinga é explorada de forma extrativista, não respeitando as particularidades desse bioma, causando sérios danos ambientais como: processo de sucessão secundária, seja pelo superpastejo, corte

indiscriminado de componentes florestais, queima da vegetação e degradação do solo (ARAÚJO FILHO, 1992).

Há um consenso entre os estudiosos da área que a capacidade de suporte dos pastos nativos é baixa, apresentando excesso de produção de forragem em um curto período de tempo, que corresponde à época chuvosa, seguida de um longo período de escassez hídrica, causando limitações no desenvolvimento dos pastos que reduzem em quantidade e qualidade. Logo, contar apenas com o pasto nativo como fonte exclusiva de substrato para o rebanho poderá acarretar sérios problemas para o produtor, como: restrição alimentar nos animais que se expressará em perda de peso; aumento do ciclo de produção; aumento da idade ao primeiro parto; baixa taxa de desfrute do rebanho (bovino, caprino ou ovino); aumento do intervalo entre partos, promovendo dessa maneira baixa eficiência dos sistemas pecuários (BAUMONT et al., 2000; ARAÚJO FILHO & CRISPIM, 2002; BAKKE et al., 2007; PEREIRA FILHO, SILVA & CEZAR, 2013).

Assim, para manter o rebanho produtivo ao longo do ano tem-se a necessidade do produtor utilizar alternativas que maximizem a disponibilidade de MSpd de forma a atender as necessidades alimentares dos animais em quantidade e qualidade, uma vez que apenas a vegetação nativa não consegue suprir. Assim, deve-se suplementar os animais, seja com volumoso, fontes energéticas, proteicas ou minerais para que se consiga aumentos de produção e produtividade em "Sistemas em Não Equilíbrio".

Neste contexto, aferir a qualidade da forragem disponível ao pastejo como recurso nutricional basal, como também a forragem conservada na forma de feno ou silagem ou a utilização de alimentos distintos, visando minimizar os riscos que uma pecuária praticada à base de pastos em "Sistemas em Não Equilíbrio" oferece, otimizando a produção da fração potencialmente convertível em produto animal, o que pode ser alcançado pela aplicação do conceito de matéria seca potencialmente digestível (MSpd) (PAULINO et al., 2002).

Ademais, é esperado que pastos de "Sistemas em Não Equilíbrio" disponham menor disponibilidade de MSpd quando comparado à pastos de "Sistemas em Equilíbrio", impactado principalmente pelo rápido desenvolvimento da fração fibrosa, reduzindo a disponibilidade de MSpd. Além do mais, as plantas impostas a essas condições, ao longo dos anos criaram estratégias adaptativas para se desenvolverem, como é o caso da formação de componentes antinutricionais (taninos, compostos fenólicos, cutina espessa), sendo difícil determinar o momento adequado do material a ser colhido ou armazenado.

As fontes de alimentos suplementares que irão compor a dieta dos animais apresentam elevada variabilidade na disponibilidade de MSpd, sendo necessário que o pecuarista encontre o ponto ótimo entre quantidade, qualidade da forragem e valor nutritivo, já que essas características são de difícil controle e manejo em "Sistemas em Não Equilíbrio" (PAULINO et al., 2008; SILVA et al., 2010).

3 | ESTRATÉGIAS DE MANIPULAÇÃO DA VEGETAÇÃO DISPONÍVEL

Como uma das alternativas para potencializar o incremento de MSpd em "Sistemas em Não Equilíbrio" tem-se a manipulação da vegetação nativa ou naturalizada de uma determinada localidade. A técnica consiste na realização de cortes ou podas planejadas e delimitadas em áreas específicas para aumentar a disponibilidade de forragem. Esta prática pode ser estabelecida seja pelo beneficiamento de um estrato em detrimento dos demais, ou pela maior incidência de radiação luminosa no solo que poderá incrementar no desenvolvimento de espécies herbáceas (PEREIRA FILHO, SILVA & CEZAR, 2013).

Além disso, a poda localizada realizada em partes da planta estimulam sua rebrotação, fazendo com que a planta direcione suas reservas para maior emissão de folhas, seja pela implantação de uma espécie exótica ou nativa em um dado local, de forma que, essa inclusão do novo componente venha a maximizar a disponibilidade total de biomassa, onde ocorrerá a complementaridade dos componentes existentes com a vegetação de base (PEREIRA FILHO, SILVA & CEZAR, 2013).

Nome popular	Nome científico	Família	Estrato
Caatingueira	*Caesalpinia Pyramidalis* Tul.	Leguminosae	Arbóreo
Capim panasco	*Aristida adscensionis* L.	Gramineae	Herbáceo
Jitirana	*Ipomoeia* sp	Concolvulaceae	Herbáceo
Jucá	*Caesalpinia ferrea*	Leguminosae	Arbóreo
Jurema	*Mimosa* sp	Leguminosae	Arbustivo
Malva-branca	*Herissantia crispa* (L.) Briz	Malvaceae	Herbáceo
Marmeleiro	*Croton sonderiamus* Mull. Arg.	Euphorbiaceae	Arbustivo
Mofumbo	*Combretum leprosum* Mart.	Combretaceae	Arbustivo
Mororó	*Bauhinia Cheilantha* (Bonq.) D. Dietr	Leguminosae	Arbustivo
Pereiro	*Aspidosperma pyrifolium* Mart.	Apocynaceae	Arbóreo
Sabiá	*Mimosa caesalpinifolia*	Leguminosae	Arbóreo

Tabela 1. Nome popular, nome científico e estrato das espécies encontradas em um fragmento de Caatinga no semiárido do estado Rio Grande do Norte.

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2004).

Os estratos pastejáveis da Caatinga são basicamente divididos em três (herbáceo, arbustivo e arbóreo), com características específicas que os diferenciam entre si. O estrato herbáceo é caracterizado por plantas de pequeno porte em sua maioria anuais com ciclo fenológico curto e de maior frequência no período chuvoso. Já as plantas que compõem o estrato arbustivo, apresentam alturas de 2 a 5 m, caules mais lignificados, boa proporção de folhas e tendem a ser perenes. Entretanto, em determinado período do ano pode ocorrer a renovação foliar, já que em sua grande maioria são plantas caducifólias. As plantas

arbóreas apresentam maior porte 4 a 8 m de altura, com elevada fração de componentes não forrageiros (caule), de difícil aproveitamento por parte dos animais devido à altura da copa. Apesar disso, estas possuem grande importância nos “Sistemas em Não Equilíbrio” por contribuírem com a deposição de serrapilheira (material senescente) que apesar do baixo valor nutritivo, podem ser potencialmente consumidos pelos animais na estação seca do ano, além de contribuir para a ciclagem de nutrientes e cobertura do solo (SILVA et al., 1999; ALVES et al., 2017).

Espécie	**Composição química g/kg MS[1]**						
	MS g/kg MN[2]	MM[3]	PB[4]	EE[5]	FDN[6]	Ca[7]	P[8]
Favela (*Cnidoscolus phyllacanthus*)	823,5	58,7	222	28,3	598,3	0,90	1,80
Mata-pasto (*Senna obtusifolia* L)	890	35	148	61	620	0,20	3,60
Flor-de-seda (*Calotropis procera*)	889,4	155,2	92	58,7	474,8	0,80	4,50
Malva-branca (*Cassia uniflora*)	910	55	150,9	26,2	650	0,50	1,10
Malva-preta (*Alcea rosea*)	900,5	58	164	23,6	630	0,50	1,10
Xique-xique (*Pilosocereus gounellei*)	890,5	55	31	22	350	0,40	0,50

[1]Composição química g/kg MS: expresso com base na matéria seca; [2]MS g/kg MN: matéria seca expressa com base na matéria natural; [3]MM: matéria mineral; [4]PB: proteína bruta; [5]EE: extrato etéreo; [6]FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; [7]Ca: Cálcio; [8]P: Fósforo;

Tabela 2. Composição químico-bromatológica do feno de diferentes forragens nativas da Caatinga.

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2004).

Conforme recomendações de Araújo Filho (1992), existem técnicas para manejar esses diferentes estratos visando aumentar a disponibilidade de forragem como também deixar essa forragem mais acessível para ser consumida pelos animais. O rebaixamento, o raleamento e o enriquecimento são técnicas simples de serem realizadas e que apresentam benefícios consideráveis para o sistema produtivo:

1. O rebaixamento consiste no corte em altura delimitada de uma dada vegetação, onde ocorre o corte parcial do caule das espécies presentes na área, principalmente espécies dos estratos arbustivo e arbóreo, logo que com esse corte estimula-se a rebrotação intensa das plantas e melhora o acesso do animal em consumir os novos componentes emitidos. As frações fibrosas tendem a diminuir quando se estimula a planta a direcionar suas reservas na emissão de folhas em detrimento ao crescimento de caule.

2. O raleamento consiste na eliminação parcial de componentes vegetais do sistema, principalmente aqueles indesejáveis que não apresentam potencial forrageiro ou madeireiro, podendo competir com outras espécies benéficas ao sistema. A retirada da cobertura vegetal varia de 20 a 30%, melhorando

a radiação solar incidente sobre o solo, com isso beneficia as plantas que compõem o estrato herbáceo. Os resultados práticos apontam melhorias na quantidade e qualidade de pastos nativos raleados na época das chuvas, como também beneficia o consumo animal principalmente bovinos e ovinos em detrimento de caprinos, logo que os dois primeiros possuem o hábito de pastejo “consumidores de gramíneas” e o último é classificado como “selecionador intermediário”.

3. O enriquecimento consiste na introdução de uma espécie vegetal nativa ou exótica em uma pastagem já existente, visando buscar a complementaridade dessas espécies, aumentando a disponibilidade total de forragem e consequentemente apresentar melhorias em seu valor nutritivo. A introdução de gramíneas adaptadas em pastagens de Caatinga é comum. como exemplo da introdução de capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), andropogon (*Andropogon gayanus*) e capim-corrente [*Urochloa mosambicensis* (Hack. Dandy)] nessas áreas já estabelecidas com o pasto nativo.

Araújo Filho et al. (2002) avaliando diferentes estratégias de manipulação da vegetação nativa da Caatinga, verificaram que conforme altera-se a arquitetura da vegetação, esta responde a disponibilidade de fitomassa em pé, de restolho e sobre a fitomassa total (Tabela 3).

Tratamentos	Fitomassa de planta		Restolho		Fitomassa total (kg/ha)
	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)	
Desmatamento	803,9ab	21,7	2.906,0c	78,3	3.709,9c
Raleamento	575,6bc	14,6	3.380,1bc	85,4	3.955,7bc
Raleam – rebaixam	661,6ab	14,6	3.879,8b	85,4	4.514,4b
Rebaixamento	937,5a	16,0	4.920,6a	84	5.858,1a
Controle	285,1c	9,2	2.818,3c	90,8	3.103,4c
Média	652,7	15,2	3.581,0	84,8	4.233,7

Raleam – rebaixam = Raleamento – rebaixamento

Médias seguidas de letra diferente na coluna diferem entre si ($P<0,05$).

Tabela 3. Disponibilidade média anual de matéria seca da parte aérea da fitomassa de planta, do restolho e da fitomassa total da Caatinga sob diferentes manejos da sua estrutura vegetativa, Ouricuri-PE (1990-1994).

Fonte: Araújo Filho et al. (2002).

As variações podem também ser provenientes de alterações na arquitetura da vegetação nativa que interferem além da disponibilidade de fitomassa total na composição botânica da área manipulada, pois cada tipo de alteração no ecossistema poderá beneficiar ou suprimir o desenvolvimento de um estrato ou grupo de plantas ou espécie vegetal (Tabela 4) (ARAÚJO FILHO et al., 2002).

Tratamentos	Fitomassa de planta			
	Disponibilidade (kg/ha)	Composição botânica (%) Gramíneas	Dicot. herbáceas	Árvores e arbustos
Desmatamento	803,9	11,0	89,0	0,0
Raleamento	575,6	13,0	76,7	10,3
Raleam - rebaixam	661,6	11,8	72,5	15,7
Rebaixamento	937,5	4,2	39,7	56,1
Controle	285,1	1,4	54,4	44,2

Tabela 4. Disponibilidade de fitomassa e composição em gramíneas, dicotiledôneas herbáceas (Dicot. herbáceas) e árvores e arbustos (Árv. e arb.) em uma caatinga sob diferentes tratamentos, Ouricuri-PE (1990-1994).

Fonte: Araújo Filho et al. (2002).

4 I INTRODUÇÃO DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS CULTIVADAS

A alternativa de utilizar pastos cultivados favorece a produção de biomassa, otimiza a utilização da área e aumenta a capacidade de suporte. Apesar de ter custo mais elevado para manter o pasto cultivado, ainda assim, é uma boa alternativa de incorporação no semiárido, para suprir a necessidade do rebanho.

Existem algumas gramíneas que são pouco exigentes no âmbito de fertilidade do solo e precipitações pluviais. Essas espécies são mais adaptadas a regiões como o semiárido brasileiro, das quais se destacam o capim-buffel *Cenchrus ciliares* (L.), capim-gramão {*Cybodon dactylon* (L.) Pers.}, capim-corrente [*Urochloa mosambicensis* (Hanck. Dandy)] e capim-andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth) (SOUZA JUNIOR & LINHARES, 2008).

Assim, ao fazer a inclusão de plantas forrageiras com maior potencial produtivo do que as espécies locais, consegue-se aumentar a disponibilidade de forragem e melhorar o valor nutritivo da dieta total dos animais, porém é necessário ressaltar que as limitações da planta forrageira devem ser respeitadas, como também dispor condições básicas que a planta necessita para seu pleno desenvolvimento. Dessa forma, a composição química é bastante variável sendo influenciada por fatores bióticos e abióticos.

Oliveira et al. (2018) avaliando o estabelecimento, disponibilidade de forragem e ocorrência de espécies espontâneas em área de pastagem nativa no Agreste paraibano, verificaram que dos quatros períodos de avaliação (chuvoso, chuvoso/seco, seco e seco/chuvoso), os parâmetros avaliados foram alterados em função de cada período de avaliação, confirmando hipóteses anteriormente discutidas, em que a depender das condições do meio poderá favorecer o desenvolvimento de uma espécie vegetal em detrimento de outras (Tabela 5).

Coleta	Aruana	Espontâneas	Biomassa Total	% Espontâneas
1-P[1]. chuvoso	199,61b	1505,47b	1705,08b	85,44a
2-P. chuvoso/seco	1299,73a	2512,66a	3812,39a	64,96b
3-P. seco	1519,49a	235,62c	1772,62b	16,05d
4-P. seco/chuvoso	1183,12a	1051,32bc	2234,44b	47,10c
EPM[2]	181,36	217,24	246,66	4,03

[1]P: período; [2]EPM: erro padrão da média; Letras minúsculas diferentes diferem nas colunas segundo teste de Tukey 5% de significância.

Tabela 5. Massa de forragem do capim-aruana e espécies espontâneas em Tacima-PB (kg matéria seca ha-1).

Fonte: Oliveira et al. (2018).

5 | FORMAÇÃO DE BANCO DE PROTEÍNA

Outra alternativa passível de utilização em busca de aumentar a disponibilidade de biomassa em pastos naturais ou cultivados, é a utilização de bancos de proteína, que consiste no cultivo intensivo de leguminosas em uma determinada área, que são passíveis de serem pastejadas por um determinado período de tempo, com isso tem-se melhorias no valor nutritivo da dieta total, logo que o percentual de proteína bruta na leguminosa é superior a encontrada em gramíneas.

O sucesso dessa prática é devido a elevada capacidade simbiótica da leguminosa em fixar nitrogênio, juntamente com os fungos micorrízicos no solo, contribuindo para a produção animal, esse tipo de técnica visa buscar sustentabilidade dos sistemas pecuários e maximizar o desempenho animal em “Sistemas em Não Equilíbrio” (BARCELLOS et al., 2008).

O seu uso pode ser dinâmico, ou seja, a leguminosa pode ser colhida pelo próprio animal por meio do pastejo intermitente, ou ofertada aos animais no cocho. Assim, ao escolher a espécie de leguminosa a ser implantada para a formação do banco de proteína, é importante optar por espécies que apresentem elevada capacidade de rebrota, tolerância à cortes e/ou pastejos, e que sejam adaptadas às condições edafoclimáticas (STIVARI et al., 2011).

Algumas opções de leguminosas que podem ser utilizadas para este propósito são a leucena (*Leucaena leucocefala*), a gliricídia (*Gliricidia sepium*), a algaroba (*Prosopis juliflora*) e o sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia*) (SANTANA NETO, OLIVEIRA & VALENÇA, 2015).

Entretanto, fatores ambientais podem limitar o desenvolvimento pleno dessas leguminosas, dentre eles podemos destacar a baixa disponibilidade de fósforo nos solos, a escassez acentuada de água e ocorrência de solos rasos, que impedem o desenvolvimento

satisfatório do sistema radicular da planta e afetam a produtividade e a perenidade dessas forrageiras nas condições do semiárido (STIVARI et al., 2011).

Pereira Filho et al. (2007) avaliaram seis espécies de leguminosas de ocorrência endêmica e exóticas no semiárido brasileiro para produção de feno, e verificaram possíveis efeitos de fatores bióticos e abióticos sobre a composição química desses materiais, com destaque para o teor de proteína bruta (PB), variando de 11 a 20% com base na matéria seca (Tabela 6).

Leguminosas	**[1]MS %**	**[2]PB % MS**	**[3]FDN % MS**	**[4]DMS %**
Catingueira	54,01	11,58	49,10	31,85
Jureminha (feno)	91,17	19,49	46,55	64,17
Sabiá (feno)	91,55	13,95	47,95	-
Guandu (feno)	90,21	16,83	67,17	44,50
Cunha (feno	91,24	18,31	57,14	-
Leucena (feno)	91,20	20,97	41,54	52,17

[1]MS %: percentual de matéria seca; [2]PB % MS: percentual de proteína bruta na matéria seca; [3]FDN % MS: percentual de fibra insolúvel em detergente neutro na matéria seca; [4]DMS %: percentual de digestibilidade da matéria seca.

Tabela 6. Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade da matéria seca (DMS) de algumas leguminosas cultivadas no semiárido.

Fonte: Pereira Filho et al. (2007).

6 | CULTIVO DE PALMA FORRAGEIRA

O cultivo de lavouras xerófilas é outro recurso forrageiro importante em “Sistemas em Não Equilíbrio”. A prática consiste em utilizar plantas adaptadas às condições de déficit hídrico e com alta eficiência do uso da água, capazes de produzir biomassa em condições de estresse já limitantes para o crescimento e produção de plantas de metabolismo fotossintético C4.

A palma forrageira é uma planta exótica originária do México e que possui metabolismo fotossintético denominado Metabolismo Ácido das Crassuláceas (MAC). Devido às suas adaptações morfológicas e bioquímicas, essas plantas apresentam elevada eficiência no uso da água, conseguindo se desenvolver bem em regiões áridas e semiáridas (NOBEL, 2001).

Conforme Santos et al. (2006), para a obtenção de elevadas produtividades da palma e manutenção dessa produtividade ao longo dos sucessivos cortes, aspectos como correção do solo e adubação, técnica de plantio adequada, controle de plantas daninhas

e manejo correto de colheita devem ser considerados, além da utilização de uma cultivar melhorada.

Segundo Lopes (2012), a palma se consolidou, no semiárido brasileiro como forrageira estratégica fundamental nos diversos sistemas de produção pecuário, sendo uma planta de enorme potencial produtivo e de múltiplas utilidades, podendo ser usada na alimentação humana, na produção de medicamentos, cosméticos e corantes, na conservação e recuperação de solos, cercas vivas e em paisagismo. É a planta mais explorada e distribuída nas zonas áridas e semiáridas do planeta, contudo sua real dimensão produtiva ainda não foi plenamente conhecida no Nordeste brasileiro.

A presença da palma forrageira na dieta dos ruminantes em períodos de estiagem ajuda a suprir parte da exigência de água, além de ser fonte de energia, podendo substituir o milho parcialmente na dieta dos animais (ALMEIDA et al., 2015).

Segundo Silva & Santos (2007), um fator importante da palma, é que diferentemente de outras forragens, apresenta alta taxa de digestão ruminal, favorecendo maior taxa de passagem e, consequentemente, consumo semelhante ao dos concentrados. No entanto, essa espécie forrageira possui algumas particularidades sobre a sua composição químico-bromatológica que restringem o seu uso como fonte exclusiva de volumoso para animais ruminantes, devendo ser fornecida associada a uma fonte de fibra e uma fonte de proteína.

Pesquisando o efeito da substituição parcial de feno de capim-elefante por palma forrageira na dieta de ovinos, Bispo et al. (2007) observaram efeito linear negativo sobre o consumo de água total à medida que se elevaram os níveis de palma forrageira na dieta de ovinos, uma vez que parte da água requerida pelos animais foi suprida através do consumo da palma.

A palma forrageira apresenta elevadas concentrações de carboidratos não fibrosos, pectina, amido e minerais. Além disso, suas fibras possuem ligações fracas que favorecem a fermentação ruminal e a digestibilidade, disponibilizando rapidamente os nutrientes para a produção de ácidos orgânicos e síntese de proteína microbiana (BISPO et al., 2007).

Apesar da palma ser uma planta forrageira adaptada às condições áridas e semiáridas e ter potencial como fonte de água e nutrientes para alimentação de ruminantes, o seu uso em grandes proporções ou individualmente podem causar distúrbios nutricionais em animais ruminantes, causando diarreias devido ao seu baixo teor de fibras, devendo ser fornecida aos animais associada à fontes de fibra e de proteína (Tabela 7) (RODRIGUES et al., 2016).

Ingrediente	Níveis de substituição			
	0	25	50	75
Feno de capim-elefante	61	61	61	61
Milho	24	18	12	6
Farelo de soja	15	15	15	15
Farelo de palma	0	6	12	18
CMS (kg/dia)	0,94	0,96	0,96	0,94
CPB (kg/dia)	0,16	0,16	0,16	0,16
CNDT (kg/dia)	0,66	0,66	0,68	0,68
DAMS (%)	68,85	61,57	62,74	64,20
DAPB (%)	73,89	73,43	75,41	75,07

Tabela 7. Consumo de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB) e NDT (CNDT) e digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) e da proteína bruta (DAPB), em carneiros alimentados com dietas em que milho foi substituído por farelo de palma forrageira.

Fonte: Veras et al. (2002).

Almeida et al. (2015), avaliando o efeito de substituição do milho pela palma nos níveis de 0, 33, 66 e 100% na dieta de cabras leiteiras em crescimento a pasto, não recomendam a substituição do milho pela palma em 100% da dieta devido a ocorrência de distúrbios nutricionais causados pelo excesso de palma na dieta ocorrendo redução no desempenho animal.

Avaliando o efeito de diferentes níveis de substituição (0, 14, 28, 42 e 56%) do feno de capim-elefante por palma forrageira, Bispo et al. (2007) observaram efeitos benéficos promovidos pela substituição de 56% do feno sobre o consumo, a digestibilidade e a fermentação ruminal da dieta.

O uso da palma na dieta de ruminantes possui suas particularidades, havendo a necessidade de associar este recurso forrageiro à uma fonte de fibra. Assim, para otimizar a utilização da palma forrageira na dieta de ruminantes é necessário ter conhecimento de suas características e da associação da palma com outros ingredientes alimentares, promovendo condições adequadas de alimentação e melhorias no desempenho animal (TEGEGNE et al., 2007).

7 | UTILIZAÇÃO DE MANDIOCA E MANIÇOBA

A cultura da Mandioca apresenta-se como um recurso alimentar para a sociedade e também para a alimentação animal, seja os tubérculos ou as partes vegetativas da planta podem ser utilizados na alimentação animal (MENEGHETTI & DOMINGUES, 2008).

Deve-se atentar para a concentração de ácido cianídrico, a depender do teor de ácido poderá causar efeitos deletérios na saúde animal. A parte da vegetativa da mandioca

é rica em proteína, podendo ser feito feno ou ensilagem, já a parte do tubérculo é rica em amido e amilopectinas, podendo ser utilizada *in natura* ou também pode ser ensilada (ABRAHÃO et al., 2006).

A maniçoba é uma planta endêmica do Nordeste brasileiro, possui alta adaptabilidade a tais condições, possui elevada produção de folhas podendo ser utilizada na alimentação animal, possui. Como fator limitante apresenta concentrações excessivas de ácido cianídrico que podem causar intoxicação no animal, mas ao utilizar a planta conservada seja na forma de feno ou silagem, ocorre volatilização destes compostos tóxicos (BORBUREMA et al., 2016). Devido a composição química da planta, pode ser ensilada, com destaque para teores adequados de matéria seca (27,5%) e elevado teor de proteína bruta (16,6%) que pode contribuir significativamente para melhorias no desempenho animal (Tabela 8) (MATOS et al., 2005).

Constituintes	Planta	Silagem
Matéria seca (%)	27,49	25,78
Proteína bruta (% MS)	16,56	14,58
Extrato etéreo (% MS)	2,84	3,96
Fibra insolúvel em detergente neutro (% MS)	47,90	47,15
Capacidade tampão (eq. Mg/100g MS)	17,50	-
pH	-	3,87
Nitrogênio amoniacal (% N-total)	-	1,60
Carboidratos solúveis (% MV)	3,23	-
Ácido cianídrico (mg/kg MS)	972,00	162,00

Tabela 8. Composição química da planta e da silagem de maniçoba.

Fonte: Matos et al. (2005).

8 I UTILIZAÇÃO DE FENO E SILAGEM

Outro leque de opções que o produtor pode utilizar como alternativa para aumentar a disponibilidade de MSpd em "Sistemas em Não Equilíbrio" são os alimentos conservados nas formas de fenos ou silagens.

Quando se pensa em conservar o excedente de forragem do período chuvoso para uso no período de escassez de forragem de qualidade no campo, é necessário especial atenção para o ciclo fenológico da planta, a fim de realizar a colheita da planta no período que corresponda ao equilíbrio entre produção de biomassa e valor nutritivo (CÂNDIDO et al., 2015).

Em ambientes de alta resiliência, como no caso do semiárido brasileiro, a produção de feno é uma realidade devido às condições climáticas que tornam relativamente simples

o processo de desidratação do material vegetal. Entretanto, a definição da técnica de conservação a ser utilizada, fenação ou ensilagem, será feita em função das características que o material a ser conservado possui (SANTOS et al., 2018).

Pinho et al. (2013) avaliando as características de rendimento e qualidade de feno de capim-buffel em região semiárida do Nordeste brasileiro realizando cortes em alturas distintas, verificaram que na altura de corte de 50 cm tem-se melhorias entre características de rendimento e valor nutritivo (Tabela 9).

Variáveis	**Altura de corte (cm)**				Média	CV (%)
	30	40	50	60		
MS (%)	83,29	84,48	82,44	83,47	83,42	2,03
MM (% MS)	13,09	11,15	11,93	11,86	12,01	7,77
PB (% MS)	16,11	18,07	12,95	12,25	14,85	7,12
FDN (% MS)	74,34	71,82	75,19	77,08	74,61	6,38

CV: coeficiente de variação.

Tabela 9. Valores médios da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e extrato etéreo (EE) do feno de capim-buffel colhido em diferentes alturas.

Fonte: Pinho et al. (2013).

Na ensilagem, diferente do que ocorre na fenação, além da preservação de nutrientes também há a conservação de água. A escolha do componente forrageiro a ser cultivado para ensilagem merece destaque, pois fatores relacionados ao potencial produtivo e à adaptabilidade do material genético às condições edafoclimáticas influenciam no sucesso da prática. As principais culturas forrageiras utilizadas para ensilagem são milho, sorgo, milheto e capins tropicais.

A produção de matéria verde apresenta correlação forte com matéria seca, logo os genótipos que demonstraram maior produção de matéria verde também foram os de maior produção de matéria seca. A eficiência de uso da água é outra importante característica a ser destacada para a escolha dos materiais genéticos a serem cultivados, e utilizados em programas de melhoramento genético (MACÊDO et al., 2018).

O uso de silagens na alimentação dos rebanhos deve considerar os requerimentos nutricionais dos animais. Nesse cenário, a ureia pode ser fornecida aos animais em associação à silagem, podendo melhorar as características fermentativas e enriquecer a silagem com aporte de nitrogênio que poderá ser aproveitado no ambiente ruminal (Tabela 10) (SANTOS et al., 2018).

Componente	SS sem aditivo	SSI	SSU	SSIU	Média	CV (%)
Matéria seca (MS)	385,74b	395,34ab	408,92ab	410,75a	400,18	2,26
Matéria orgânica (MO)	960,57a	959,18a	959,48a	960,84a	960,01	0,16
Proteína bruta (PB)	51,33a	51,66a	53,31a	51,91a	52,05	4,39
FDN	634,59a	636,88a	647,65a	632,90a	638,05	6,55
CNF	254,44a	251,53a	238,68a	248,21a	248,21	16,34
$N\text{-}NH_3$/NT (% N-total)	5,60a	4,07a	4,14a	5,22a	4,75	24,22

a, b, c Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($P<0,05$);

SS sem aditivo: Silagem de Sorgo sem aditivo; SSI: Silagem de Sorgo + Inoculante; SSU: Silagem de Sorgo + Ureia; SSIU: Silagem de Sorgo + Inoculante + Ureia; $N\text{-}NH_3$: nitrogênio amoniacal; FDN: fibra em detergente neutro; CNF: carboidratos não fibrosos; CV (%): coeficiente de variação;

Tabela 10. Composição química de silagens de sorgo aditivadas com ureia ou inoculante microbiano.

Fonte: Santos et al. (2018).

Para que a silagem seja de qualidade e tenha seus nutrientes conservados, é necessária uma correta produção de ácidos orgânicos, reduzindo o pH da massa ensilada, inibindo o crescimento de microrganismos deterioradores. Para que isso ocorra, é necessário ensilar a forragem com adequados teores de matéria seca (acima de 25%) e teor de carboidratos solúveis (acima de 8%), além de fornecer condições para que o ambiente do silo se torne anaeróbio, isso é possível através de uma adequada compactação e uso de lonas de qualidade para vedação (McDONALD et al., 1991).

Os alimentos conservados, seja na forma de feno ou silagem, são importantes recursos forrageiros que podem ser utilizados em “Sistemas em Não Equilíbrio”. Resta ao produtor ou técnico definir qual ou quais as estratégias alimentares que poderão ser aplicadas para aumentar a disponibilidade de alimentos e melhorar o valor nutritivo para os rebanhos criados nesses tipos de sistemas.

9 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as informações coletadas, apresentadas e discutidas nesta revisão de literatura, é marcante o potencial de utilização da Caatinga para produção animal em “Sistemas em Não Equilíbrio”, como também de alternativas que aumentem a disponibilidade de forragem em quantidade e qualidade nos períodos de estiagem.

Apesar de, parte da região Nordeste do Brasil ser caracterizada por ecossistemas em não equilíbrio, com elevadas flutuações na disponibilidade de forragem ao longo do ano, o uso das técnicas adequadas de manejo da Caatinga permite incrementar a disponibilidade de alimentos.

A utilização de espécies exóticas também merece destaque, por favorecer maior estabilidade de produção de forragem nessas condições, minimizando os riscos com a diversificação, seja pelo cultivo de lavouras xerófilas ou o uso de pastagens exóticas, sendo aliados do produtor rural, para fornecer alimentos no período de estiagem e atender aos requerimentos nutricionais dos rebanhos.

A conservação de alimentos seja na forma de feno ou silagem também são excelentes opções, pois, armazenando o excedente de forragem produzida no período chuvoso, permite sua posterior utilização no período seco do ano. A suplementação volumosa, proteica, energética ou mineral faz-se necessária principalmente na época de estiagem, visando incrementar a disponibilidade de matéria seca potencialmente digestível a fim de manter o rebanho produtivo durante todo o ano.

A produção animal (caprinos, ovinos e bovinos) ainda necessita aumentar bastante a sua qualidade e quantidade, conhecer a Caatinga e aprender a manejá-la de forma adequada são pontos chave para alcançar o sucesso na produção pecuária, otimizar o uso de recursos naturais como água, solo e vegetação são essenciais para o atual cenário da pecuária nacional, não apenas para a região Nordeste do Brasil mas também para as demais regiões do país.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J.J.S.; PRADO, I.N.; MARQUES, J.A.; PEROTTO, D.; LUGÃO, S.M.B. Avaliação da substituição do milho pelo resíduo seco da extração da fécula de mandioca sobre o desempenho de novilhas mestiças em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 512-518, 2006.

ALMEIDA, G.A.P.; CAMPOS, J.M.S.; FERREIRA, M.A.; CORREIA, A.L.V.; ANDRADE, A.P. Palma (*Opuntia ficus indica* mill) cv. gigante em suplementos para fêmeas leiteiras em crescimento a pasto. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 161-171, 2015.

ALVES, A.R.; FERREIRA, R.L.C.; DA SILVA, J.A.A.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SALAMI, G. Nutrientes na biomassa aérea e na serapilheira em áreas de caatinga em Floresta, PE. **Brazilian Journal of Forest Research/Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 92, 2017.

ARAÚJO FILHO, J.A. **Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris**. Sobral, CE: Embrapa-CNPC. 1992. 18p. (Circular Técnica).

ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C.; GARCIA, R.; SOUSA, R.A. Efeitos da manipulação da vegetação lenhosa sobre a produção e compartimentalização da fitomassa pastável de uma caatinga sucessional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 11-19, 2002.

ARAÚJO FILHO, J.A.; CRISPIM, S.M.A. Pastoreio combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de caatinga no Nordeste do Brasil. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 2002, Concordia, SC. **Anais…** Corumbá, MS: Embrapa pantanal, 2002. p.1-7.

ARAÚJO, S.M.S. A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. **Rios Eletrônica – Revista Cientifica da FASETE**, n. 5, p. 89-98, 2011.

BAKKE, I.A.; BAKKE, O.A.; ANDRADE, A.P.; SALCEDO, I.H. Forage yield and quality of a dense thorny and thornless “jurema preta” stand. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 341-347, 2007.

BARCELLOS, A.O.; BRAGA RAMOS, K.A.; VILELA, L; MARTHA JUNIOR, B.G. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 51-67, 2008.

BAUMONT, R.; PRACHE, S.; MEURET, M.; MORAND-FEHRET, P. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. **Livestock Production Science**, v. 64, p. 15-28, 2000.

BISPO, S.V.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; BATISTA, A.M.V.; PESSOA, R.A.S.; BLEUEL, M.P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1902-1909, 2007.

BORBUREMA, J.B.; SANTOS, E.M.; RAMOS, J.P.F.; PINHO, R.M.A.; OLIVEIRA, J.S.; ARAÚJO, G.P. Avaliação de silagens de capim-elefante aditivadas com feno de pornunça. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 27, p. 1, 2016.

CÂNDIDO, E.P.; SANTOS, E.M.; RAMOS, J.P.; OLIVEIRA, J.S.; PINHO, R.M.A.; PERAZZO, A.F.; FREITAS, P.M.D. Resposta econômica do confinamento de ovinos alimentados com silagens de diferentes cultivares de sorgo. **Ciência Rural**, v. 45, n. 1, 2015.

CAVALCANTE, I.T.R.; CLEMENTINO, R.H.; MACÊDO, A.J.S.; JOELSON NETTO, A.; ALENCAR, E.J.S. Florística e fitossociologia de plantas no estrato herbáceo em Serra Talhada-PE. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 19, n. 3, p. 1-12, 2018.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: Sebastião de Campos Valadares Filho et al., (Org.). **VII SIMCORTE**. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2010, v. 1, p. 191-240.

DIAS FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia, 36 p., 2014. Disponível: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/102203/1/DOC-402.pdf>. Acesso 10 Mai 2018.

FAGUNDES, L.M.; CACIATORI, E.G. A dependência econômica brasileira: entre o caso das commodities, a financeirização do capitalismo, a desindustrialização e a reprimarização da economia. **Revista Direito e Justiça: Reflexões Sociojurídicas**, v. 20, n. 38, p. 207-229, 2020.

HODGSON, J.; SILVA, S.C. Sustainability of grazing systems: goals, concepts and methods. **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB International, p. 1-13, 2000.

HOFFMANN, A.; MORAES, E.H.B.K.; MOUSQUER, C.J.; SIMONI, T.A.; JUNIOR GOMES, F.; FERREIRA, V.B.; SILVA, H.M. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período seco. **Nativa**, v. 20, n. 1, p. 119-130, 2014.

LOPES, Edson Batista (Org.). **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no Semiárido Nordestino**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2012.

MACÊDO, A.J.S.; RAMOS, J.P.F.; SANTOS, E.M.; SOUSA, W.H.; OLIVEIRA, F.G.; SOUZA, J.T.A.; ORESCA, D. Morphometric and productive characteristics of sorghum genotypes for forage production in the Brazilian semi-arid. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 19, p. 256-267, 2018.

MARENGO, J.A.; ALVES, L.M.; BEZERRA, E.A.; LACERDA, F.F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**, p. 384-422, 2011.

MATOS, D.S.; GUIM, A.; BATISTA, A.M.V.; PEREIRA, O.G.; MARTINS, V. Composição química e valor nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot epruinosa*). **Archivos de Zootecnia**, v. 54, n. 208, p. 619-629, 2005.

McDONALD, P., HENDERSON, A.R., HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2ed. Marlow: Chalcombe Publicatins, p. 340, 1991.

MENEGHETTI, C.C.; DOMINGUES, J.L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 2, p. 512-536, 2008.

NASCIMENTO, G.V.; PEREIRA FILHO, J.M.; PEREIRA JÚNIOR, F.A.; GAMA, J.F.P.; SILVA, F.V. Densidade de espécies herbáceas em uma caatinga raleada e enriquecida com capim corrente na fase inicial. *In:* **SEMINÁRIO ZOOTÉCNICO DO SERTÃO PARAIBANO - PRODUÇÃO ANIMAL COM SUSTENTABILIDADE**. p. 1-5, 2013.

NOBEL, P.S. **Biologia ambiental.** In: BARBERA, Guiseppe; INGLESE, Paolo (Eds.). Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p. 36-57.

OLIVEIRA, L.B.; SANTOS, E.M.; FELIX, L.P.; PINHO, R.M.A.; MACÊDO, A.J.S.; ZANINE, A.M.; RUFINO, A.M.R.; PEREIRA, D.M.; ALVES, J.P. Evaluation of spontaneous species in the implementation of a *Panicum maximum* cv. Aruana pasture in the semi-arid region. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 20, p. 1825-1832, 2018.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; BARROS, L.V. Nutrição de Bovinos em Pastejo. In: Odilon Gomes Pereira (Org.). **IV SIMFOR**. 22ed. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2008, v. 1, p. 131-169.

PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. VALADARES FILHO, S.C. Bovinocultura de ciclo curto em pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE. 3. 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2002, p. 153-196.

PEREIRA FILHO, J.M.; ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C.; REGO, M.C. Disponibilidade de fitomassa do estrato herbáceo de uma Caatinga raleada submetida ao pastejo alternado ovino-caprino. **Livestock Research for Rural Development**, v. 19, n. 2, p. 1-13, 2007.

PEREIRA FILHO, J.M.; SILVA, A.M.A.; CEZAR, M.F. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 1, p. 77-90, 2013.

PINHO, R.M.A.; SANTOS, E.M.; BEZERRA, H.F.C.; OLIVEIRA, J.S.; CARVALHO, G.G.P.; CAMPOS, F.S.; CORREIA, R.M. Avaliação de fenos de capim-buffel colhido em diferentes alturas de corte. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 14, n. 3, p. 437-447, 2013.

RODRIGUES, A.M.; PITACAS, F.I.; REIS, C.M.G.; BLASCO, M. Nutritional value of *opuntia ficus-indica* cladodes from portuguese ecotypes. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 22, n. 1, p. 40-45, 2016.

SANTANA NETO, J.A.; OLIVEIRA, V.S.; VALENÇA, R.L. Leguminosas adaptadas como alternativa alimentar para ovinos no semiárido. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 14, n. 2, p. 191-200, 2015.

SANTOS, A.P.M.; SANTOS, E.M.; OLIVEIRA, J.S.; RIBEIRO, O.L.; PERAZZO, A.F.; PINHO, R.M.A.; PEREIRA, G.A. Effects of urea addition on the fermentation of sorghum (*Sorghum bicolor*) silage. **African Journal of Range & Forage Science**, v. 35, n. 1, p. 55-62, 2018.

SANTOS, D. G.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, M.V.F.; ARRUDA, G.P.A.; COELHO, R.S.B.; DIAS, F.M.; MELO, J.N. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco**. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, Recife, documentos 30, 2006, 33p.

SEAB. Secretaria de estado da agricultura e do abastecimento. **Análise da conjuntura agropecuária: leite – ano 2014**. Brasil: SEAB, 2014. 21 p.

SILVA, A.M.A.; SANTOS, E.M.; PEREIRA FILHO, J.M.; BAKKE, O.A.; GONZAGA NETO, S.; COSTA, R.G. Composição corporal e exigências nutricionais em proteína e energia para ganho de peso de cordeiros em região semi-árida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 210-216, 2010.

SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.C. Palma forrageira (*Opuntia* Fícus-Indica Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 8, n. 5, 2007.

SILVA, D.F.; SILVA, A.M.A.; LIMA, A.B.; MELO, J.R.M. Exploração da caatinga no manejo alimentar sustentável de pequenos ruminantes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 2., 2004, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2004. p.8.

SILVA, N.L.; ARAÚJO FILHO, J.A.; SOUSA, F.B.; ARAÚJO, M.R.A. Pastoreio de curta duração com ovinos em caatinga raleada no Sertão Cearense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 135-140, 1999.

SOUZA JUNIOR, J.B.F.; LINHARES, C.M.S. Alternativas para o aumento da disponibilidade de alimentos para o desenvolvimento da pecuária na região semi-árida do Brasil. **PUBVET**, v. 2, n. 27, p. 1-17, 2008.

STIVARI, S.S.T.; MONTEIRO, G.L.A.; PAULA, E.E.F.; FERNANDES, R.S.; SOUZA, F.D.; GILAVERTE, S. Leguminosas na alimentação de ovinos: possibilidades de uso e resposta animal. **PUBVET**, v. 5, n. 32, p. 1-20, 2011.

TEGEGNE, F.; KIJORA, C. PETERS, K.J. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. **Small Ruminant Research**, v. 72, p. 157-164, 2007.

VERAS, R.M.L.; FERREIRA, M.A.; CARVALHO, F.F. Farelo de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição ao milho: 1. digestibilidade aparente de nutrientes. **Revista brasileira de Zootecnia**. v. 31, n. 3, p. 1302-1306, 2002.

VIEIRA, P.M.S.; STUDART, T.M.C. Proposta metodológica para o desenvolvimento de um índice de sustentabilidade hidroambiental de áreas serranas no semiárido brasileiro-estudo de caso: Maciço de Baturité, Ceará. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 14, n. 4, p. 125-136, 2009.

CAPÍTULO 3

DIGESTIBILIDADE APARENTE DE COPRODUTOS DE TRIGO PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO

Data de aceite: 01/02/2021
Data de submissão: 06/11/2020

Maitê de Moraes Vieira
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre – RS
http://lattes.cnpq.br/2508644575268611

Carolina Schell Franceschina
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre – RS
http://lattes.cnpq.br/6220856056168515

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar a digestibilidade aparente dos co-produtos do trigo em dietas para suínos em crescimento com ênfase no teor de nitrogênio e estimar a proteína verdadeira solúvel do ingrediente como um preditor de proteína digerível. Dezoito suínos machos em crescimento foram alojados em gaiolas metabólicas individuais. A coleta total de fezes foi realizada em dois períodos de dez dias: cinco dias para adaptação e cinco dias para coleta. Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados, considerando o período de amostragem como um bloco, com seis tratamentos e seis repetições. A dieta padrão foi substituída por 27 g/100 g dos subprodutos testados: farinheta de trigo, farelo fino de trigo, farelo grosso de trigo, farinha de trigo e gérmen de trigo para avaliar a digestibilidade aparente. O gérmen de trigo teve um maior teor de nitrogênio, além de ser mais fibroso, mostrando uma elevada digestibilidade da matéria seca. A farinha de trigo, mesmo com menor proteína bruta, apresentou uma digestibilidade mais elevada. Entre os farelos, o farelo de trigo grosso apresentou coeficientes de digestibilidade significativamente mais baixos e a farinheta apresentou mais proteína e menos fibra com boa digestibilidade. Na análise de regressão entre a proteína verdadeira solúvel dos ingredientes e a proteína digerível dos suínos sobre a proteína bruta não foi detectada uma regressão significativa. O gérmen de trigo, a farinha de trigo e a farinheta de trigo foram os ingredientes com melhor digestibilidade, respectivamente. A inclusão de 27 g/100 g de farelo de trigo grosso diminuiu a digestibilidade dos nutrientes. A proteína verdadeira solúvel dos ingredientes não contribuiu como indicador da proteína digestível dos co-produtos do trigo para os suínos em crescimento.

PALAVRAS-CHAVE: Digestibilidade, fibra, gérmen de trigo, farinheta de trigo.

APPARENT DIGESTIBILITY OF WHEAT BY-PRODUCTS IN GROWING PIGS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the apparent digestibility of wheat by-products in diets for growing pigs with emphasis on the nitrogen content and to estimate true soluble protein ingredient as a predictor of digestible protein. Eighteen male growing pigs were housed in individual metabolic cage. Total collection of feces was carried out in two periods of ten days: five days for adaptation and five days for collection. A randomizes complete block design was used, considering the sampling period as a block, with six treatments and six replicates.

The standard diet was replaced by 27 g/100 g of the by-products tested: wheat middlings, fine wheat bran, coarse wheat bran, wheat flour and wheat germ to evaluate the apparent digestibility. The wheat germ had higher nitrogen content, as well as being slightly fibrous, showing high digestibility of dry matter. Wheat flour, even with lower crude protein, presented higher digestibility. Within bran, wheat bran coarse showed significantly lower digestibility coefficients and middlings was more protein and less fiber product with good digestibility. In regression analysis between soluble true protein of ingredients and digestible protein by pigs on the crude protein was not detected significant regression. The wheat germ, wheat flour and middlings were the ingredients with better digestibility, respectively. The inclusion of 27 g/100 g of rough wheat bran decreased nutrient digestibility. Soluble true protein ingredients not contributed as an indicator of digestible protein wheat by-products to growing pigs.
KEYWORDS: Digestibility, fiber, wheat germ, wheat middlings.

1 I INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*) é uma das principais culturas alimentares, com elevada produção de derivados. Ocupa 17% da terra cultivável do mundo e corresponde a 30% da produção mundial de grãos (Borém and Scheeren, 2015). O grão de trigo é composto pelo gérmen, pelo endosperma e pelo pericarpo. Segundo Haddad et al. (2001), o endosperma do trigo consiste em uma matriz proteica composta por grânulos de amido. O grão de trigo maduro contem de 80 a 200 g kg^{-1} de proteína, incluindo as proteínas da rede de glúten, que são ricas em prolina e glutamina (Dupont and Altenbach, 2003). O pericarpo, partícula que recobre o grão, é rico em pentosanas, celulose e enzimas (Brandelli et al., 2012).

Os coprodutos do trigo podem ser obtidos após uma série de moagens, em que é possível separar determinados resíduos com o uso de peneiras (Brandelli et al. 2012). Durante a separação na moagem do trigo, o endosperma é recuperado como farinha branca, e as camadas externas do grão formam o farelo (Antoine et al., 2003).

O farelo de trigo é produzido pela maioria dos moinhos como farelo de trigo comum, que mescla frações de farelo de trigo fino, grosso e farinheta, ainda pouco explorado para aves e suínos por possuir baixo conteúdo energético e alto valor de fibra bruta. Uma das limitações para a utilização de coprodutos do trigo na alimentação de animais de produção é a escassez de informações nutricionais acerca desses ingredientes (Rostagno et al., 2011).

Segundo Brandelli et al. (2012), a inclusão de coprodutos de trigo na dieta de aves e suínos é limitada pela quantidade de fibra, mas, ao avaliar o aproveitamento do conteúdo de nitrogênio desses ingredientes, pode-se valorizar o seu uso nas dietas desses animais. A fibra, no suíno, é digerida por enzimas do próprio animal (intestino delgado) e sofre fermentação microbiológica (ceco e intestino grosso), e as suas ações fisiológicas (retenção de água, formação de gel, adsorção e trocas catiônicas) e efeitos nutricionais dependem da sua natureza, associação com outros componentes, concentração na dieta,

idade e peso do animal e o tempo de trânsito no intestino (Dierick et al., 1989). A fibra é parcialmente digerida por suínos em crescimento, sendo a sua digestibilidade mais variável do que a de outros componentes do alimento (Noblet and Le Goff, 2001).

Uma das vantagens da utilização dos coprodutos do trigo na alimentação de suínos é a baixa utilização desses ingredientes na alimentação humana, que consome primariamente a farinha de trigo. Após o beneficiamento do trigo, 75% do produto equivale à farinha de trigo e os 25% restantes, que são comumente vendidos como farelo de trigo, correspondem aos diferentes coprodutos (farinheta, farelo fino e farelo grosso), que são separados por peneiras na indústria (WESENDONCK, 2012).

Com poucos dados na literatura sobre o valor nutricional e a composição química dos coprodutos de trigo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a digestibilidade dos nutrientes de diferentes coprodutos de trigo na dieta de suínos em crescimento, com ênfase no conteúdo de nitrogênio, e verificar se a proteína verdadeira solúvel desses ingredientes pode ser um indicador de proteína digestível em suínos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi conduzido, sendo dividido em dois períodos de 10 dias cada, onde foram utilizados 18 suínos machos castrados de linhagem comercial, que apresentaram peso médio de 50.9 kg ± 5.1 kg no início do primeiro período e média de 73.5 kg ± 5.5 kg ao final do experimento. Utilizou-se um delineamento experimental em blocos casualizados, com seis tratamentos e três repetições por tratamento em cada período, e a unidade experimental foi composta por um animal. Uma dieta padrão foi formulada de acordo com as recomendações nutricionais propostas por Rostagno et al. (2011), à base de milho e farelo de soja, adicionada de macro e micro minerais e aminoácidos industrializados (Tabela 1). Todos os procedimentos usados neste experimento foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, projeto cadastrado número 24157.

Foi utilizado o método de substituição (Sakomura and Rostagno, 2007) para quantificação da digestibilidade dos ingredientes, em que os tratamentos foram compostos com os diferentes coprodutos de trigo, substituindo 27 g/100 g da dieta padrão pelo ingrediente teste: 73 g/100 g da dieta padrão + 27 g/100 g de farinheta de trigo, 73 g/100 g da dieta padrão + 27 g/100 g de farelo de trigo, 73 g/100 g da dieta padrão + 27 g/100 g de farelo de trigo fino, 73 g/100 g da dieta padrão + 27 g/100 g de farinha de trigo e 73 g/100 g da dieta padrão + 27 g/100 g de gérmen de trigo.

Ingredientes	Participação (%)
Milho	82,87
Farelo de Soja 44	12,63
Calcário	1,44
Fósforo Bicálcico	1,00
Óleo de soja	1,00
Sal	0,465
L-Lisina HCl	0,265
CL-Colina (60%)	0,095
L-Treonina	0,091
Premix Mineral [1]	0,065
DL Metionina	0,042
Premix Vitamínico [2]	0,035
	Análise Proximal*
Matéria Seca (%)	87,80
Energia Bruta ($Kcal.Kg^{-1}$)	4331,5
Proteína Bruta (%)	13,58
Fibra em Detergente Neutro (%)	12,98
Fibra em Detergente Ácido (%)	3,51
Extrato Etéreo (%)	2,82

*Valores expressos com base na matéria seca.

[1] Adição por kg de dieta: selênio, 0,39 mg; iodo, 0,46 mg; ferro, 52 mg; cobre, 10,4 mg; zinco, 104 mg; Mn, 39 mg.

[2] Adição por kg de dieta: vitamina A, 11.200 UI; vitamina D3, 2.100 UI; vitamina E, 25,2 mg; vitamina K, 2,8 mg; vitamina B1, 2,24 mg; vitamina B2, 7,14 mg; vitamina B6, 2,17 mg; vitamina B12, 26,6 µg; ácido pantotênico, 18,2 mg; niacina, 36,4 mg; ácido fólico, 0,63 mg; biotina, 126 mcg.

Tabela 1 - Composição da dieta padrão para o primeiro e o segundo período experimental

Os animais receberam água à vontade e o fornecimento da ração foi diário às 8:30 e às 16:30. A quantidade de alimento foi restrita, com oferta total diária de 2.2 kg de alimento por animal no primeiro período e 2.4 kg de alimento por animal no segundo

período, calculada para suprir 2.6 vezes a mantença de 250 kcal.kg^{-1} de peso metabólico (peso vivo^{0,6}).

Em ambos os períodos os animais passaram por cinco dias de adaptação às dietas experimentais e cinco dias de oferta de ração e coleta de fezes. Após o período de adaptação, foi adicionado Fe_2O_3 (0.5 g/100 g de ração) às dietas como marcador externo, de modo que as coletas iniciaram após a identificação de fezes marcadas. As fezes foram coletadas duas vezes por dia, após o fornecimento da dieta, e acondicionadas em sacos plásticos identificados e conservadas em freezer a -10° C. Também foi coletado, diariamente, o resíduo não consumido da dieta ofertada, que foi acondicionado em saco plástico e conservado em freezer a -10° C para posterior análise de matéria seca e correção da oferta de ração no período de coleta.

Ao final de cada período todas as amostras de fezes foram homogeneizadas e pesadas, com coleta de 20 g/100 g do peso total. Nas amostras de ingredientes, rações e fezes foram realizadas análises bromatológicas. As amostras de fezes foram secas em estufa de ventilação forçada, a 60° C, por 72 horas e moídas em moinho tipo Wiley-Deleo com peneira de 1 mm.

As análises bromatológicas dos ingredientes, das rações e das fezes foram realizadas de acordo com a AOAC (1995). Analisou-se Matéria Seca (MS) - método 930.15, Cinzas (CZ) e Matéria Orgânica (MO) - método 942.05, Proteína Bruta (PB) - método 984.13 adaptado por Prates, 2007 e Extrato Etéreo (EE) - método 920.39. Também foi realizada a análise do conteúdo em nitrogênio: Nitrogênio Total (NT), Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro (NIDN) após Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (NIDA) após Fibra em Detergente Ácido (FDA), Nitrogênio Não Proteico (NNP) e Nitrogênio Solúvel (NS) (Prates, 2007).

O Nitrogênio Total (NT) foi determinado na análise de PB. Na análise de NS, as amostras foram digeridas em tampão borato-fosfato e azida sódica a 10%, filtradas a vácuo, e o Nitrogênio Insolúvel (NI) determinado por destilação do resíduo pelo método de Kjeldhal. O NS foi calculado como NT - NI. Na análise de NNP, as amostras foram digeridas em ácido tricloroacético, filtradas a vácuo e o Nitrogênio Residual (NR) determinado por destilação do resíduo pelo método de Kjeldhal. O NNP foi calculado como NT - NR. O cálculo da Proteína Verdadeira Solúvel (PVS) foi realizado conforme a equação: PVS = PB - NI*6.25 - NNP.

Foram determinados os coeficientes de digestibilidade da MS (CDMS), PB (CDPB), NIDN (CDNIDN), NIDA (CDNIDA), NNP (CDNNP), NS (CDNS) e PVS (CDPVS). As respostas de digestibilidade dos diferentes coprodutos de trigo foram obtidas pelo método de substituição (Sakomura and Rostagno, 2007).

Foi utilizado o programa estatístico SAS (1999) para as análises estatísticas. Realizou-se análise de variância, utilizando o procedimento GLM, e as médias foram testadas pelo teste de Tukey a 0.05 de probabilidade. Foi realizada a análise de correlação

de Pearson pelo procedimento CORR entre os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, digestível e verdadeira solúvel tanto da dieta quanto dos ingredientes e a proteína verdadeira solúvel dos ingredientes. Foi realizada a análise de regressão, utilizando o procedimento REG, entre a proteína verdadeira solúvel dos ingredientes e a proteína digestível dos ingredientes pelos suínos, utilizando os valores absolutos e os valores relativos à proteína bruta do ingrediente.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise da composição química dos coprodutos pode-se verificar uma grande diversidade nas suas composições (Tabela 2). Os farelos (farinheta de trigo, farelo de trigo grosso e farelo de trigo fino) apresentaram valores de PB semelhantes, com destaque para a farinheta que, dentre os farelos, foi a que apresentou maior PB. Esses valores foram maiores do que os propostos por Rostagno et al. (2005). O farelo de trigo fino apresentou-se como o ingrediente mais fibroso, com maior FDN e FDA, e o farelo de trigo grosso foi o menos proteico, com menores valores de NIDA, NNP, NS e PVS.

%	Farinheta	Farelo Grosso	Farelo Fino	Farinha	Gérmen
MS[1]	89,16	88,36	88,39	87,93	88,54
CZ	3,85	5,47	5,48	0,80	4,46
PB	19,57	18,83	18,96	15,24	31,41
EE	3,87	3,67	4,68	0,82	8,97
FDN	27,80	41,34	42,18	24,02	10,15
FDA	7,63	11,49	12,26	0,64	2,50
NT	3,13	3,01	3,04	2,44	5,03
NIDN	1,04	1,70	1,41	2,60	3,79

[1] MS - Matéria Seca; CS - Cinzas; PB - Proteína Bruta; EE - Extrato Etéreo; FDN- Fibra em Detergente Neutro; FDA - Fibra em Detergente Ácido; NT - Nitrogênio Total; NIDN - Nitrogênio em Detergente Neutro; NIDA - Nitrogênio em Detergente Ácido; NNP - Nitrogênio Não Proteico; NS - Nitrogênio Solúvel; PVS - Proteína Verdadeira Solúvel.

Tabela 2 - Composição bromatológica média, expressa em porcentagem de matéria seca, de coprodutos de trigo incluídos nas dietas experimentais

Na análise da composição das dietas experimentais, a dieta padrão, isoladamente, possui o menor teor de PB e o segundo menor de PVS, mas possui o maior teor de NIDN, com o segundo menor teor de FDN (Tabela 3). Após a substituição de 27 g/100 g da dieta padrão pelos diferentes coprodutos de trigo, pode-se observar uma diferença no perfil da composição química das dietas experimentais, mesmo com o nível de inclusão pertencendo ao intervalo proposto por Rostagno et al., 2005.

%	Padrão[1]	Pad. + FT	Pad. + FG	Pad. + FF	Pad. + FA	Pad. + GE
MS[2]	87,80	88,87	88,40	88,75	88,31	88,50
CZ	4,80	4,73	5,21	5,28	3,94	5,04
PB	13,58	14,93	15,06	15,46	13,63	18,21
EE	2,82	2,61	2,74	2,96	1,82	3,36
FDN	12,98	17,59	20,14	20,04	14,44	12,07
FDA	3,51	4,83	5,79	6,21	2,77	3,45
NT	2,17	2,39	2,41	2,48	2,18	2,91
NIDN	2,47	1,84	2,06	1,85	2,42	2,41
NIDA	1,76	1,27	1,08	0,97	1,92	2,32
NNP	0,34	0,48	0,39	0,53	0,39	0,55
NS	0,34	0,45	0,48	0,51	0,29	0,67
PVS	1,80	2,36	2,58	2,61	1,42	3,66

[1] Pad. - Dieta Padrão; FT - Farinheta de trigo; FG - Farelo de Trigo Grosso; FF - Farelo de Trigo Fino; FA - Farinha de trigo; GE - Gérmen de trigo.

[2] MS - Matéria Seca; CZ - Cinzas; PB - Proteína Bruta; EE - Extrato Etéreo; FDN - Fibra em Detergente Neutro; FDA - Fibra em Detergente Ácido; NT - Nitrogênio Total; NIDN - Nitrogênio em Detergente Neutro; NIDA - Nitrogênio em Detergente Ácido; NNP - Nitrogênio Não Proteico; NS - Nitrogênio Solúvel; PVS - Proteína Verdadeira Solúvel.

Tabela 3 - Composição bromatológica média, expressa em porcentagem de matéria seca, das dietas experimentais

Ao considerar as dietas experimentais com gérmen de trigo e farinha de trigo, a dieta com gérmen apresentou o maior valor de PB, seguindo com os maiores valores de NIDA, NNP, NS e PVS, demonstrando a contribuição do gérmen para o aumento do conteúdo em nitrogênio da dieta, sendo ainda a dieta com menores valores de FDN e FDA. Já a dieta com inclusão de farinha, obteve o segundo menor valor de PB e apresentou os menores valores de NNP, NS e PVS e, como incluía, dentre os ingredientes, o milho e o farelo de soja, não ocorreu digestão total do resíduo e foi possível determinar o NIDA, que apresentou o segundo maior valor dentre as demais dietas.

Dentre as dietas experimentais com farelos (farinheta de trigo, farelo de trigo grosso e farelo de trigo fino), os valores de PB foram semelhantes, no entanto a dieta com farinheta foi a que obteve o menor teor de PVS. Isso demonstra que a farinheta, isoladamente, apresenta valores de composição química em nitrogênio superiores quando comparados aos valores da dieta experimental com adição de farinheta, o que procede com a recomendação de Rostagno et al. (2005), de inclusão máxima de 12 g/100 g de farelos de trigo na dieta de suínos em crescimento. A dieta experimental com farelo de trigo grosso apresentou valores de NIDN e NIDA maiores e NNP, NS e PVS menores com relação à dieta experimental com farelo de trigo fino.

Com relação à digestibilidade das dietas, houve diferença significativa entre as

mesmas (Tabela 4). A dieta padrão foi a que apresentou os valores de digestibilidade superiores às dietas com inclusão de coprodutos de trigo. A dieta com farinha apresentou coeficientes de digestibilidade de MS e PB maiores do que as demais dietas. Dentre as dietas com farelos (farinheta de trigo, farelo de trigo grosso e farelo de trigo fino), na dieta com farelo de trigo grosso verificaram-se os menores coeficientes de digestibilidade de MS e PB, demonstrando que a dieta com maior teor de fibra resultou em menor digestibilidade.

	CDMS[2]	CDCZ	CDMO	CDPB	CDEE	CDFDN	CDFDA
Pad.[1]	90,53b*	58,70ab	92,13a	89,34[a]	66,85a	67,03a	59,31a
Pad. + FT	86,55d	54,61b	88,14c	86,32b	53,71bc	59,31ab	44,54b
Pad. + FG	82,43f	54,62b	83,95e	81,44c	44,74c	51,01b	35,10c
Pad. + FF	83,99e	54,62b	85,63d	85,40b	59,15ab	54,81b	44,81b
Pad. + FA	91,82[a]	61,46a	93,06a	89,87[a]	47,78bc	67,75a	52,76a
Pad. + GE	88,81c	57,77ab	90,46b	88,14ab	58,56ab	59,35ab	52,93a
Probabilidade	0,0001	0,0058	0,0001	0,0001	0,0008	0,0009	0,0001
Erro Padrão	0,97	3,42	0,92	1,96	8,29	6,81	5,27
Coeficiente de variação (%)	1,11	6,01	1,03	2,26	15,03	11,37	10,92

* Médias diferentes na coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5%

[1] Pad. - Dieta Padrão; FT - Farinheta de Trigo; FG - Farelo de Trigo Grosso; FF - Farelo de Trigo Fino; FA - Farinha de trigo; GE - Gérmen de trigo;

[2] Coeficientes de digestibilidade (CD) de: MS - Matéria Seca; CZ - Cinzas; MO- Matéria Orgânica; PB - Proteína Bruta; EE - Extrato Etéreo; FDN - Fibra em Detergente Neutro; FDA - Fibra em Detergente Ácido.

Tabela 4 - Coeficientes de digestibilidade das dietas com inclusão de coprodutos de trigo para suínos em crescimento

Com relação à digestibilidade do conteúdo em nitrogênio das dietas, a dieta padrão seguiu como aquela com os valores dos coeficientes de digestibilidade superiores às outras dietas (Tabela 5). Os coeficientes de digestibilidade de NIDN e NIDA foram maiores para as dietas experimentais com farinha de trigo e gérmen de trigo, sem diferença significativa entre ambas. Apesar das limitações para o uso dos coprodutos de trigo na dieta de suínos estarem vinculadas à baixa capacidade fermentativa dessa espécie (Brandelli et al., 2012), os altos valores de CDNIDN e CDNIDA encontrados nesse experimento demonstram que, embora o conteúdo de NIDN e NIDA seja baixo nos coprodutos e nas dietas, houve atividade fermentativa da fibra da dieta no trato gastrintestinal do suíno e o conteúdo em nitrogênio presente dentro da parede celular foi disponibilizado e aproveitado pelos animais.

	CDNIDN[2]	CDNIDA	CDNNP	CDNS	CDPVS
Pad.[1]	97,25a*	96,60a	86,56a	76,56[a]	78,42a
Pad. + FT	95,18b	93,66b	82,03a	73,09[a]	71,44a
Pad. + FG	94,51b	90,20c	67,93b	59,25[a]	69,13a
Pad. + FF	94,68b	90,12c	85,02a	77,06[a]	75,11a
Pad. + FA	97,54[a]	97,45a	87,48a	72,81[a]	68,97a
Pad. + GE	96,95[a]	97,13a	81,23a	79,73[a]	79,08a
Probabilidade	0,0001	0,0001	0,0061	0,0956	0,0727
Erro Padrão	0,62	0,96	8,69	7,00	7,31
Coeficiente de variação (%)	0,65	1,02	10,64	9,31	9,92

*Médias diferentes na coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5%

[1] Pad. - Dieta Padrão; FT - Farinheta de trigo; FG - Farelo de Trigo Grosso; FF - Farelo de Trigo Fino; FA - Farinha de trigo; GE - Gérmen de trigo;

[2] Coeficientes de digestibilidade (CD) de: NIDN - Nitrogênio em Detergente Neutro; NIDA - Nitrogênio em Detergente Ácido; NNP - Nitrogênio Não Proteico; NS - Nitrogênio Solúvel; PVS - Proteína Verdadeira Solúvel.

Tabela 5 - Coeficientes de digestibilidade do conteúdo em nitrogênio das dietas com inclusão de coprodutos de trigo para suínos em crescimento

Nas dietas com farelos de trigo, a dieta com farelo de trigo grosso apresentou coeficiente de digestibilidade de NNP significativamente menor em comparação com as outras dietas. Não houve diferença significativa entre os coeficientes de digestibilidade de NS e PVS entre as dietas testadas.

Na análise dos coeficientes de digestibilidade dos coprodutos houve diferença significativa (Tabela 6). A farinha de trigo foi, dentre todos os ingredientes, a que mais contribuiu com os coeficientes de digestibilidade das dietas. Na análise dos farelos de trigo o farelo de trigo grosso foi significativamente inferior nos coeficientes de digestibilidade de MS e PB. Para os coeficientes de digestibilidade do conteúdo em nitrogênio dos coprodutos, não houve diferença significativa entre os valores de CDNS e CDPVS. A farinha de trigo e o gérmen de trigo apresentaram valores de CDNIDN e CDNIDA significativamente superiores aos farelos. O farelo de trigo grosso foi o ingrediente com menor CDNNP, significativamente inferior a todos os outros coprodutos.

	CDMS[1]	CDCZ	CDMO	CDPB	CDEE	CDFDN	CDFDA
Farinheta	75,97c*	43,71b	77,50c	78,26b	18,72ab	38,74ab	5,20b
Farelo Grosso	60,65e	43,64b	61,97e	60,22c	-14,74b	7,89b	-30,01c
Farelo Fino	66,46d	43,67b	98,18d	74,82b	38,49a	21,99b	5,91b
Farinha	95,30ª	68,90a	95,57a	91,29ª	-3,71ab	69,59a	35,08a
Gérmen	84,22b	55,28ab	85,97b	84,90ab	36,35a	38,77ab	35,86a
Probabilidade	0,0001	0,0037	0,0001	0,0001	0,0173	0,0032	0,0001
Erro Padrão	3,24	12,00	3,13	7,15	30,21	24,46	17,53
Coeficiente de variação (%)	4,22	23,52	4,02	9,18	201,05	69,10	168,41

*Médias diferentes na coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5%

[1] Coeficiente de digestibilidade (CD) de: MS - Matéria Seca; CZ - Cinzas; MO - Matéria Orgânica; PB - Proteína Bruta; EE - Extrato Etéreo; FDN - Fibra em Detergente Neutro; FDA - Fibra em Detergente Ácido.

Tabela 6 - Coeficientes de digestibilidade dos coprodutos de trigo para suínos em crescimento

A análise de regressão entre os valores absolutos da proteína verdadeira solúvel dos ingredientes e a proteína digestível dos ingredientes pelos suínos resultou em correlação positiva de 0,734, e verificou-se uma regressão linear positiva conforme a equação: PD = 1,6932*PVS + 6,3872. Na análise dos valores de proteína verdadeira solúvel dos ingredientes e a proteína digestível dos ingredientes pelos suínos relativos à proteína bruta não foi detectada regressão significativa. Isso indica que existe uma forte influência do valor de proteína bruta do ingrediente sobre a correlação entre proteína digestível e proteína verdadeira solúvel e, por esse motivo, a proteína verdadeira solúvel parece não ser um indicador *in vitro* da proteína digestível *in vivo*.

O farelo de trigo grosso foi o ingrediente que apresentou os maiores valores nas frações fibrosas (FB, FDN e FDA), o que pode ser a causa do alto valor de fibra do farelo de trigo, que é formado, em sua maior parte, pelo próprio farelo de trigo grosso. O alto teor de fibra do farelo de trigo é um dos fatores limitantes para o seu uso em dietas para aves e suínos (Brandelli et al., 2012), concordando com Gomes et al. (2007), que verificaram prejuízo na digestibilidade pelo aumento do conteúdo de fibra bruta na dieta de suínos em crescimento.

O gérmen se apresentou como o ingrediente com maiores teores de nitrogênio - maiores valores de PB, NIDN, NIDA, NNP, NS e PVS, além de apresentar o menor valor de FDN e o segundo menor valor de FDA. Logo, caracterizou-se como um ingrediente com potencial para maior aproveitamento em nitrogênio, por possuir o maior valor proteico e ser o menos fibroso. O gérmen de trigo é um produto altamente valorizado na alimentação humana, pois, por ser o embrião do grão, se trata de uma porção rica em proteína. Por esse

motivo, mesmo sendo uma alternativa na alimentação animal pela sua elevada qualidade, o seu alto custo e a competitividade com a alimentação humana ainda tornam o seu uso distante.

A farinha de trigo, embora seja formada basicamente pelo endosperma, que possui uma estrutura majoritariamente proteica (Haddad et al., 2001), apresentou o menor valor de PB, mas, por outro lado, apresentou o segundo maior valor de NIDN. Não foi possível determinar o NIDA deste ingrediente devido à alta digestão da amostra em detergente ácido, não sendo possível, portanto, recuperar esta amostra para a análise de nitrogênio, sendo considerada com não detectável. A farinha de trigo também apresentou os menores valores de NS e PVS. Os coeficientes de digestibilidade para esse ingrediente foram altos, mas a farinha de trigo também tem um custo elevado para a sua utilização na alimentação animal, não sendo uma alternativa viável.

Os farelos de trigo podem ser as opções de menor competitividade com a alimentação humana e menor custo para a alimentação animal, já que são considerados os "resíduos" da moagem do grão de trigo, mas, ainda assim, há algumas ressalvas. O farelo de trigo grosso é altamente fibroso, gerando prejuízos para a digestibilidade de outros componentes da dieta. Ele é formado pelas porções externas mais fibrosas do grão de trigo e compõe a maior parte do farelo de trigo comum (Brandelli et al., 2012), o que o torna, também, um produto inadequado, com prejuízos para a produtividade dos animais.

Embora este trabalho tenha demonstrado, através dos resultados de digestibilidade de NIDN e de NIDA, que há algum grau de fermentação no trato digestório dos suínos em crescimento, esta fermentação provavelmente tem um limite que é ultrapassado com a oferta de farelo de trigo grosso, já que este ingrediente apresentou coeficientes de digestibilidade inferiores para diversas respostas analisadas. Wesendonck et al. (2013) demonstraram que, mesmo com uma moagem que reduzisse a sua granulometria, o farelo de trigo grosso provocou prejuízos na digestibilidade dos nutrientes e da energia de suínos em crescimento. Por outro lado, os resultados de CDMS foram maiores do que os 568.9 g/kg^{-1} verificado por Wesendonck et al. (2013), com inclusão de 30 g/100 g de farelo de trigo grosso na dieta, mas o CDPB do presente experimento foi menor do que o encontrado pelos autores (667.0 g/kg^{-1}).

Ao considerar outra categoria, como leitões recém-desmamados, a utilização de dietas com maior teor de fibra pode ter efeitos positivos. Molist et al. (2010) observaram que a oferta de dietas com farelo de trigo, principalmente com partículas mais grosseiras, reduziu a adesão de *Escherichia coli* à mucosa ileal, reduzindo a ocorrência de diarréias.

A farinheta de trigo e o farelo de trigo fino apresentaram resultados semelhantes para algumas das análises realizadas. A farinheta obteve o maior valor de proteína bruta e coeficiente de digestibilidade para proteína bruta isoladamente, mas, quando adicionada à dieta padrão, os valores de PB e CDPB foram inferiores aos da dieta com farelo de trigo fino, embora não haja diferença significativa entre esses valores. De acordo com

Hauschild et al. (2004), a substituição de milho por 30% de triguilho, cuja composição foi semelhante a farinheta de trigo, não afetou a digestibilidade da energia e aumentou a absorção de fósforo, diminuindo a sua excreção no ambiente. A composição química da farinheta de trigo pode variar e o motivo pode ser a região em que o cereal foi produzido ou a composição do resíduo que poderá ter resquícios de farinha ou de farelo em diferentes quantidades (Brandelli et al., 2012).

A única análise de nitrogênio em que houve diferença significativa entre a dieta com farinheta e farelo de trigo fino foi o NIDA, em que o CDNIDA da farinheta foi superior ao do farelo de trigo fino. Com relação aos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes isoladamente, os resultados foram semelhantes. Na análise da composição química desses produtos, a farinheta demonstrou ser mais proteica e menos fibrosa do que o farelo de trigo fino. A farinheta de trigo, portanto, é o ingrediente mais apropriado para a substituição de 27 g/100 g da dieta padrão para suínos em crescimento.

4 I CONCLUSÕES

O gérmen e a farinha de trigo proporcionam o melhor aproveitamento dos nutrientes dos que os farelos de trigo, mas, para uso prático, recomenda-se a inclusão de farinheta de trigo na dieta de suínos em crescimento.

A inclusão de coprodutos de trigo na dieta de suínos em crescimento não interfere na digestibilidade da proteína verdadeira solúvel e, com exceção do farelo de trigo grosso, não prejudica o aproveitamento dos demais nutrientes da dieta.

A proteína verdadeira solúvel dos ingredientes não contribuiu como indicador da proteína digestível de coprodutos de trigo em suínos em crescimento.

REFERÊNCIAS

ANTOINE, C. et al. Individual Contribution of Grain Outer Layers and Their Cell Wall Structure to the Mechanical Properties of Wheat Bran. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 2026-2033, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis.** 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p

BRANDELLI, A. et al. **Desenvolvimento de ração funcional para aves e suínos através da modificação no farelo de trigo.** Porto Alegre: Instituto Euvaldo Lodi (RS), 2012. 116 p.

BORÉM, A. and SCHEEREN, P.L. Trigo do plantio a colheita. Viçosa, MG, Ed UFV, 2015. 260p.

DIERICK, N. A. et al. Approach to the Energetic Importance of Fibre Digestion in Pigs. I. Importance of Fermentation in the Overall Energy Supply. **Animal Feed Science and Technology**, v. 23, p. 141-167, 1989.

DUPONT, F. M.; ALTENBACH, S.B. Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. **Journal of Cereal Science**, v. 38, p. 133-146, 2003.

GOMES, J. D. F. et al. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: I. suínos em crescimento e terminação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 18, n. 3, p. 483-492, 2007.

HADDAD, Y. et al. Rheological Behaviour of Wheat Endosperm – Proposal for Classification Based on the Rheological Characteristics of Endosperm Test Samples. **Journal of Cereal Science**, v. 34, p. 105-113, 2001.

HAUSCHILD, L. et al. Digestibilidade, balanços do nitrogênio e fósforo de dietas para suínos contendo diferentes níveis de triguilho em substituição ao milho com ou sem adição de enzimas. Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.5, p.1557-1562, 2004.

LANGE, C. F. M.; MOREL, P. C. H.; BIRKETT, S. H. Modeling chemical and physical body composition of the growing pig. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 159-165, 2003.

NOBLET, J.; LE GOFF, G. Effect of dietary fibre on the energy value of feeds for pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 90, p. 35-52, 2001.

MOLIST, F. et al. Effect of wheat bran on the health and performance of weaned pigs challenges with Escherichia coli K88^{+}. **Livestock Science**. v. 133, p. 214-217. 2010.

PRATES, E. R. **Técnicas de Pesquisa em Nutrição Animal.** Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2007. 414p.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2. ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2005. 186 p.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 3. ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2011. 252 p.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.

WESENDONCK, W. R. **Valor nutricional de diferentes subprodutos do trigo para suínos em crescimento.** 2012. 78 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

WESENDONCK, W. R. et al. Valor nutricional e energia metabolizável de subprodutos do trigo utilizados para alimentação de suínos em crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 203-210, 2013.

CAPÍTULO 4

UTILIZAÇÃO DE MACROALGAS E ÁCIDO ASCÓRBICO NO TRANSPORTE DE JUVENIS DE LAGOSTA *Panulirus argus*

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 04/12/2020

André Prata Santiago
Federal University of Delta Parnaíba - UFDPar
Department of Fisheries Engineering, Laboratory of Biotechnology and Marine Aquaculture
Parnaíba-Piauí
http://lattes.cnpq.br/4798225763912193

Janaína de Araújo Sousa Santiago
Federal University of Delta Parnaíba - UFDPar
Department of Fisheries Engineering, Laboratory of Biotechnology and Marine Aquaculture
Parnaíba-Piauí
http://lattes.cnpq.br/6077862213827683

Luiz Gonzaga Alves dos Santos Filho
Federal University of Delta Parnaíba - UFDPar
Laboratory of Biotechnology and Marine Aquaculture
Parnaíba-Piauí
http://lattes.cnpq.br/9399215752362083

Sidely Gil Alves Vieira dos Santos
Fishery Engineer, Federal University of Piauí UFPI
Parnaíba-Piauí
http://lattes.cnpq.br/2167227843538943

Maria Maila Medeiros Couto
Fishery Engineer, Federal University of Piauí UFPI
Parnaíba-Piauí
https://orcid.org/0000-0002-9047-276X

George Satander Sá Freire
Federal University of Ceará - UFC
Department of Geology, Marine and Applied Geology Laboratory
Fortaleza-Ceará
http://lattes.cnpq.br/6803944360256138

RESUMO: O presente trabalho objetivou realizar o transporte de juvenis de lagosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) desde o ambiente natural até o laboratório de aquicultura, utilizando macroalgas e ácido arcórbico. O transporte teve duração de 8 horas, utilizando-se recipientes de 7,5 L com água marinha e aeração. O pH, temperatura e oxigênio dissolvido foram monitorados a cada hora. O experimento foi delineado com 2 densidades de organismos com 4 tratamentos cada: grupo controle, grupo com macroalgas, grupo com ácido ascórbico, e grupo com ácido ascórbico e macroalgas, em blocos inteiramente casualizados. O transporte de juvenis de *P. argus* mostrou-se viável, sendo necessário uso de equipamento para aeração e um recipiente plástico com capacidade de 15 L, com 50% do volume com água marinha, para transportar entre 200 e 300 g de lagosta. Recomenda-se a utilização de macroalgas para transporte com duração de até 8 horas, e com densidade de lagostas inferior a 40 g L^{-1}. Uma vez que não há necessidade de adição de alimento durante o transporte, conclui-se que o principal fator limitante no transporte de lagostas foi o oxigênio dissolvido.

PALAVRAS-CHAVE: Aquicultura, *Gracilaria* sp., manejo, vitamica C.

USE OF MACROALGAS AND ASCORBIC ACID IN THE TRANSPORT OF LOBSTER JUVENILES *Panulirus argus*

ABSTRACT: This study aimed to carry lobster juvenile *Panulirus argus* (Latreille, 1804) from the natural environment to the aquaculture laboratory, using macroalgae and ascorbic acid. The transport lasted 8 hours, using 7.5 liter containers with sea water and aeration. The pH, temperature and dissolved oxygen were monitored hourly. The experiment was conducted with 2 densities of organisms and 4 treatments each: control group, with macroalgae, with ascorbic acid, with ascorbic acid and macroalgae, in randomized blocks. The transportation of juvenile *P. argus* proved viable, requiring the use of equipment for aeration and a plastic container with a capacity of 15 L with 50% of the volume with sea water, for transporting between 200 and 300 g of lobster. It is recommended use of macroalgae for transport lasting up to 8 hours, less biomass than 40 g L^{-1}. Since there is no need for food added during transport, it is concluded that the main limiting factor in lobsters transport was the dissolved oxygen.
KEYWORDS: Aquaculture, *Gracilaria* sp., management, vitamin C.

1 I INTRODUÇÃO

As lagostas são artrópodes marinhos ecologicamente muito importantes como consumidores em uma variedade de ecossistemas marinhos, além de ser um recurso pesqueiro de relevante valor comercial (Wahle e Fogarty, 2006). Esses animais pertencem à ordem Decapoda e são representados pelas famílias Nephropidae, Scyllaridae, Synaxidae e Palinuridae (Lipcius e Eggleston, 2000). No Brasil as espécies de relevante importância comercial são pertencentes à última família citada (Fonteles-Filho, 2000).

As lagostas espinhosas, também denominadas de lagostas de rocha, da família Palinuridae, caracterizam-se por possuir numerosos espinhos na carapaça e no segmento basal da segunda antena. O gênero *Panulirus* White, 1847, com cinco espécies, é o mais importante dessa família (Dias Neto, 2008). As lagostas desse gênero capturadas ao longo da costa brasileira, principalmente no Norte e Nordeste do Brasil, em ordem de importância pesqueira decrescente são: lagosta-vermelha - *Panulirus argus* (Latreille, 1804), lagosta-*verde* - *Panulirus laevicauda* (Latreille, 1817) e lagosta-pintada - *Panulirus* echinatus Smith, 1869 (Paiva, 1997; Fonteles-Filho, 2000).

A lagosta espinhosa, *P. argus*, é distribuída no Atlântico subtropical ocidental das Bermudas e na costa leste dos Estados Unidos na Carolina do Norte, até o Rio de Janeiro, Brasil, incluindo todo o Golfo do México e o Mar do Caribe, de águas com profundidades de até 100 m (FAO, 2020a).

O Brasil já esteve entre os maiores produtores mundiais de lagostas espinhosas. Em 1991, alcançou a sua maior produção, com 11.059 t, o que equivalia a 14,3% da produção mundial, alcançando o segundo lugar entre os principais produtores. Nos dados publicados pela FAO em 2015 relativos ao exercício de 2013, no entanto, a produção alcançada pelo Brasil foi de 6.726 t, apresentando um decréscimo de 39,2% de sua produção mais elevada, representando 7,9% da produção mundial, que foi de 84.984 t. Em 2015, o Brasil ocupou a

terceira posição, atrás de Indonésia (16.482 t) e Austrália (11.301 t) (FAO, 2015).

A exploração pesqueira da lagosta no Brasil, mais especificamente na região Nordeste, começou em meados dos anos 1950, quando já era um dos maiores produtores (Paiva, 1997; Phillips e Melville-Smith, 2006). Com relação à aquicultura há relatos de produção desde 2014, com incremento de oito toneladas por ano (FAO, 2020b).

A sobre-exploração da maior parte das populações selvagens de lagosta somada ao alto valor no mercado internacional elevam o interesse no desenvolvimento de técnicas de manejo em cativero em todo o mundo (Perera et al., 2007). Para a sustentabilidade da pesca da lagosta, considera-se que a aquicultura seria a mais provável solução, com a captura de pueruli e pré-juvenis para a criação em cativeiro, para posterior repovoamento em áreas protegidas, para reprodução no ambiente natural (Johnston et al., 2006; Rodríguez-Ramos et al., 2011; Miller et al., 2013).

Em Cuba, o Ministério da Pesca considera o desenvolvimento da aquicultura como principal ferramenta para o aumento da produção pesqueira de lagostas (Muñoz-Nuñez, 2009). A produção, em laboratório, de larvas de lagostas ainda não obteve êxito, principalmente devido a complicações encontradas durante suas fases iniciais de vida (Lellis e Russell, 1990). O cultivo, em baixa densidade, de lagostas capturadas no ambiente na fase juvenil tem um grande potencial, até o aperfeiçoamento de técnicas de cultivo em laboratório, para que a fase larval seja efetivamente desenvolvida para espécies do gênero *Panulirus* (Jeffs e Davis, 2003).

O transporte de organismos aquáticos do ambiente para estruturas de cultivo é um fato rotineiro na produção de algumas espécies aquícolas. O sucesso do transporte destes organismos pode definir a viabilidade ou não da atividade aquícola de determinada espécie. No cultivo de lagostas esta ação é fundamental, e atualmente a mais viável, devido às dificuldades encontradas na produção larval em laboratório (GARDNER et al., 2006).

Dentre o fatores estressantes mais importantes no transporte de lagostas Gornik et al. (2010) destacam a manipulação e o oxigênio dissolvido na água. Tendo em vista que nos estágios iniciais de vida as lagostas migram para a costa e buscam abrigo nas macroalgas (Lellis e Russell 1990; Cox et al., 2008), surge a hipótese de que o uso de algas nas estruturas de transporte podem colaborar com a redução do estresse do manejo, simulando o ambiente natural, e consequentemente melhorando a taxa de sobrevivência. Outra técnica muito utilizada na redução do estresse de organismos aquáticos em cativeiro diz respeito ao uso do ácido ascórbico (vitamina C), haja vista que são moléculas de relevante importância em processos relacionados à formação de células sanguíneas e atividade do sistema imune (Zuanon et al., 2011; Muzitano et al., 2014).

Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de macroalgas e ácido ascórbico no manejo de transporte de juvenis de lagosta *Panulirus argus* do ambiente natural para estruturas de cultivo, testando-se duas densidades de organismos.

2 | METODOLOGIA

Área de estudo

As lagostas foram capturadas na praia de Aranaú, município de Acaraú no Estado do Ceará e transportadas até o laboratório de Biotecnologia e Aquicultura Marinha - BioAqua da Universidade Federal do Piauí - UFPI, Campus de Parnaíba (Figura 1). O presente estudo foi cadastrado no Conselho de Gestão do Patrimônio Genético – SisGen (processo AFC8486).
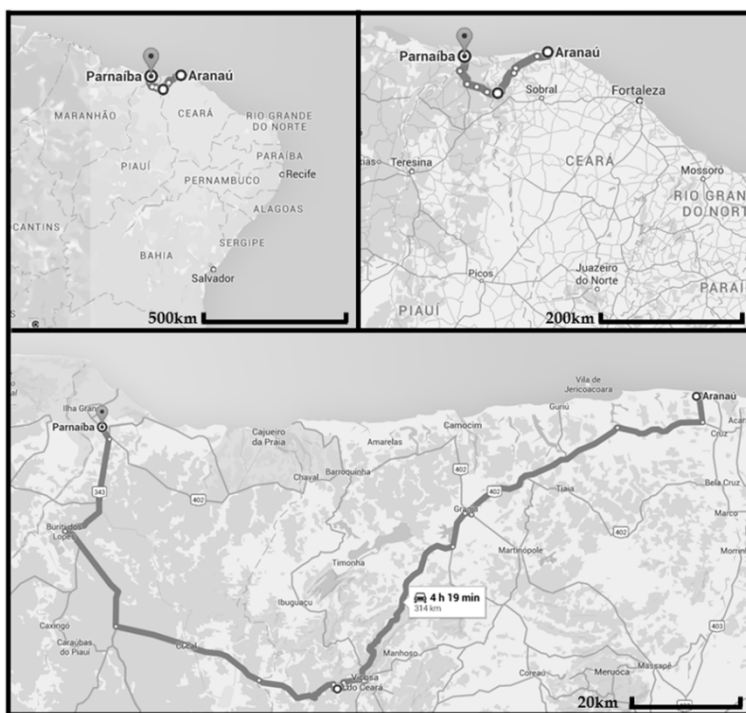
Figura 1 - Detalhamento do percurso do transporte de Panulirus argus da praia de Aranaú-CE ao Laboratório de Biotecnologia e Aquicultura Marinha - BioAqua da Universidade Federal do Piauí - UFPI, Campus de Parnaíba-PI.

Fonte: www.google.com.br/maps.

A distância entre Aranaú e o BioAqua é de aproximadamente 230 km. O tempo de transporte varia de 3 a 4 horas, a uma velocidade de média de 70 km h^{-1}. Ao tempo de viagem soma-se o tempo de acondicionamento antes do transporte e recepção dos animais, o que envolve o cuidadoso manejo de aclimatação e desinfecção no laboratório. Assim, o tempo total de permanência das lagostas nos recipientes de transporte foi de 8 horas.

Captura dos juvenis de lagostas

Os animais foram capturados manualmente, com utilização de puçás, com o auxílio de pescadores locais, em currais de pesca instalados na região.

Ao serem capturados, os animais foram colocados em caixas de polietileno com capacidade de 310 L, para posterior seleção de indivíduos com tamanho uniforme.

Preparação para o transporte

Após a captura, os animais selecionados foram transferidos para as estruturas de transporte. Uma vez que o objetivo principal da realização do transporte é prover animais para um cultivo sustentável, foram selecionados os indivíduos de menor tamanho, por serem mais suscetíveis a predadores naturais.

Para remoção das partículas de areia de menor granulometria dissolvidas na água do mar, foi realizada inicialmente a decantação da água em caixas de polietileno, para posterior uso da água no transporte.

Unidades de transporte

O transporte foi realizado em recipientes plásticos feitos de polietileno com capacidade de 15 L, contendo 50% de sua capacidade com água retirada do ambiente natural das lagostas, devidamente pré-filtrada.

Os recipientes foram tampados e no centro da tampa foi feito um orifício para passagem de uma mangueira de aeração, que transportava o ar de um compressor portátil. Na extremidade da mangueira foi utilizada uma pedra porosa para otimizar a incorporação do oxigênio. O veículo utilizado no transporte possuía climatização interna (24ºC).

Variáveis ambientais

A cada hora, nos recipientes de transporte, foi mensurado o pH, temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg L^{-1}). A salinidade foi medida no ambiente de coleta e na chegada ao laboratório. As medições foram feitas utilizando-se uma sonda multiparâmetros YSI Professional Plus.

Biometria

Os indivíduos de cada recipiente de transporte foram pesados, conjuntamente, antes de serem inseridos no sistema de recepção. O peso total foi obtido através de uma balança semi-analítica com precisão de 0,01 g (Gehaka™). Assim, obteve-se o peso médio dos indivíduos de cada recipiente de transporte, dividindo-se o peso total pelo número de indivíduos (Peso médio = Peso Total/Número de indivíduos).

Aclimatação e desinfecção

Os animais foram aclimatados com a água do sistema de recepção do laboratório, sendo observado o comportamento dos animais durante este processo. A aclimatação

foi realizada colocando-se água do sistema de recepção no recipiente de transporte até completar seu volume, de forma lenta, objetivando reduzir ao máximo o estresse do manejo.

Ao completar o volume do recipiente com água os animais foram retirados com puçá, desinfetados com banho em solução de 100 ppm de iodo por 10 segundos e colocados no sistema de recepção. As repetições de cada tratamento foram destinadas para um mesmo tanque, isto é, os animais foram separados por tratamento.

24h após o transporte

Após 24 horas da chegada dos juvenis de lagosta ao laboratório, foi novamente observada a presença de indivíduos mortos e ecdises nos tanques do sistema de recepção.

Delineamento experimental

O experimento foi delineado em 8 tratamentos com 4 repetições cada, em blocos inteiramente casualizados. Nestes tratamentos foram realizados testes adicionando-se macroalgas do gênero *Gracilaria* sp. com ou sem ácido ascórbico (antiestressante) a 10 ppm nas unidades de transporte. Nos grupos controle os animais foram trasportados sem utilização de macroalgas ou ácido ascórbico. Também foram testadas 2 densidades de organismos, 2,67 lagostas/L (20 indivíduos/recipiente de transporte) e 3,34 lagostas/L (25 indivíduos/recipiente de transporte) (tabela 1).

Variáveis do experimento	**DENSIDADE A** - 20 indivíduos/recipiente				**DENSIDADE B** - 25 indivíduos/recipiente			
	Trat. A-I	**Trat. A-II**	**Trat. A-III**	**Trat. A-IV**	**Trat. B-I**	**Trat. B-II**	**Trat. B-III**	**Trat. B-IV**
Controle	X				X			
Ác. Ascórb. + Macroal.		X				X		
Macroalgas			X				X	
Ácido ascórbico				X				X

Tabela 1 - Tratamentos utilizados no experimento: controle, macroalgas + ácido ascórbico, somente macroalgas e somente ácido ascórbico.

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk (α=0,05). Para os grupos que apresentaram distribuição normal (p>0,05) foi realizado o teste de comparação de médias ANOVA, seguido pelo teste de Tukey (α=0,05) para veirifcar diferenças significativas. Quando não se verificou distribuição normal (p<0,05) foi realizado

o teste Kruskal-Wallis (α=0,05), conforme ZAR (2010).

3 | RESULTADOS

Nos recipientes de transporte sem macroalgas as lagostas apresentaram comportamento gregário. Já nos recipientes contendo macroalgas os animais ficaram aderidos ao talo das macroalgas.

O uso do ácido ascórbico, apesar de sua comprovada eficácia em situações de manejo estressante para organismos aquáticos, não provocou diferença comportamental e na sobrevivência entre os tratamentos com e sem sua presença.

As lagostas na fase juvenil, com peso em torno de 10 g, mostraram-se animais resistentes ao manuseio, não havendo diferença de comportamento na chegada ao laboratório e 24 horas após sua aclimatação nos tanques, em todos os tratamentos.

A salinidade e o pH mantiveram-se constantes em todos os tratamentos, durante todo experimento, com valores de 40‰ e 8, respectivamente. A temperatura variou de 28,68°C, no tratamento IV-A, a 27,53°C, no tratamento II-A. Nesta variável os tratamentos II-A e III-A são diferentes estatisticamente do tratamento IV-A ($p<0,05$), e não tiveram diferença estatística com relação a todos os outros tratamentos (Tabela 2).

Variáveis	Trat. I-A	Trat. II-A	Trat. III-A	Trat. IV-A	Trat. I-B	Trat. II-B	Trat. III-B	Trat. IV-B
Temperatura (°C)*	28,00 ± 0,32^{ab}	27,53 ± 0,34^{b}	27,75 ± 0,66^{b}	28,68 ± 0,15^{a}	27,93 ± 0,43^{ab}	28,15 ± 0,50^{ab}	28,15 ± 0,21^{ab}	28,15 ± 0,17^{ab}
Oxigênio Dissolvido (mg L^{-1})*	5,38 ± 0,10^{a}	5,35 ± 0,13^{a}	5,18 ± 0,33^{a}	5,38 ± 0,13^{a}	3,50 ± 0,29^{b}	3,10 ± 0,14^{bc}	3,13 ± 0,29^{bc}	2,55 ± 0,70^{c}
pH*	8 ± 0,00^{a}	8 ± 0,00^{a}	8 ± 0,00^{a}	8 ± 0,00^{a}	8 ± 0,00^{a}	8 ± 0,00^{a}	8 ± 0,00^{a}	8 ± 0,00^{a}
Salinidade (‰)*	40 ± 0,00^{a}	40 ± 0,00^{a}	40 ± 0,00^{a}	40 ± 0,00^{a}	40 ± 0,00^{a}	40 ± 0,00^{a}	40 ± 0,00^{a}	40 ± 0,00^{a}
Biomassa total de lagostas (g)*	172 ± 5,66^{a}	184 ± 24,39^{a}	168 ± 23,94^{a}	180,5 ± 10,25^{a}	218,25 ± 57,54^{a}	210 ± 25,66^{a}	264 ± 42,21^{a}	261 ± 51,58^{a}
Peso médio das lagostas (g)*	8,6 ± 0,28^{a}	9,2 ± 1,22^{a}	8,4 ± 1,20^{a}	9,03 ± 0,51^{a}	8,7 ± 2,29^{a}	8,38 ± 1,02^{a}	10,58 ± 1,67^{a}	10,45 ± 2,08^{a}
Biomassa de macroalgas (g)*	-	290,5 ± 139,56^{a}	279 ± 58,44^{a}	-	-	365 ± 47,79^{a}	269,5 ± 128,67^{a}	-
Biomassa total (g)*	172 ± 5,66^{c}	474,5 ± 163,67^{a}	447 ± 79,57^{ab}	180,5 ± 10,25^{c}	218,25 ± 57,54^{c}	575 ± 64,80^{a}	533,5 ± 120,02^{a}	261 ± 51,58^{bc}
Nº de mortos (n)**	0 ± 0,00^{a}	0 ± 0,00^{a}	0 ± 0,00^{a}	0 ± 0,00^{a}	0 ± 0,00^{a}	1,5 ± 3,00^{a}	0,25 ± 0,5^{a}	0,25 ± 0,5^{a}

Nº de Ecdises (n)**	0,75 ± 0,96[a]	0,25 ± 0,50[a]	0,75 ± 0,50[a]	0,75 ± 0,50[a]	0,5 ± 1,00[a]	0,25 ± 0,50[a]	0 ± 0,00[a]	0 ± 0,00[a]

*ANOVA - As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, para o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (p>0,05), para o teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Valores médios e desvio padrão da temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), pH, biomassa total de lagostas (g), peso médio das lagostas (g), biomassa de macroalgas (g), biomassa total (g), número de mortas (n) e número de ecdises (g), referentes ao transporte de lagostas do ambiente natural ao laboratório BioAqua. Densidade de 20 indivíduos/recipiente de transporte (densidade A), e 25 indivíduos/recipiente de transporte (densidade B). Tratamento I – grupo controle (I-A e B); II – transporte com ácido ascórbico e macroalgas (II-A e B); III – transporte somente com macroalgas (III-A e B); IV – transporte somente com ácido ascórbico (IV-A e B).

O oxigênio dissolvido variou de 5,38 mg L^{-1}, nos tratamentos I-A e IV-A, a 2,55 mg L^{-1} no tratamento IV-B. Nos tratamentos de densidade “A” não se verificou diferença significativa (p>0,05), e estes foram diferentes dos tratamentos de densidade B (p<0,05). No grupo B o tratamento I-B (controle) e o IV-B são diferentes entre si (p<0,05), mas não foram diferentes estatisticamente do II-B e III-B (p>0,05). Os tratamentos com menor média de oxigênio dissolvido não foram os que utilizavam macroalgas, os quais possuíam maior biomassa. A média de OD na densidade A manteve-se acima de 5 mg L-1, enquanto na densidade B não ultrapassou 3,5 mg L^{-1}.

O peso médio das lagostas utilizadas nesta pesquisa variou de 8,38 g no tratamento II-B a 10,58 g no tratamento III-B, não havendo diferença significativa entre todos os tratamentos (p>0,05). A densidade média de lagostas utilizadas nesse experimento foi de 23,5 g L^{-1} (densidade de 20 indivíduos/recipiente - A) e 31,8 g L^{-1} (densidade de 25 indivíduos/recipiente - B).

Com relação à biomassa de macroalgas, que foi utilizada nos tratamentos II-A, III-A, II-B e III-B, não houve diferença estatística entre os tratamentos (p>0,05), com os valores máximo e mínimo variando de 365 a 269,5 g, obtidos no II-B e III-B, respectivamente.

Os valores de biomassa média total referem-se ao somatório da biomassa média de lagostas e a biomassa média de macroalgas, quando o tratamento incluía esta no delineamento experimental. Não houve diferença estatística entre os valores de biomassa total nos tratamentos em que não se utilizou macroalgas, I-A, IV-A, I-B e IV-B (p>0,05). Nos tratamentos em que se utilizou macroalgas também não houve diferença estatística em sua biomassa total (p>0,05). A biomassa total nos tratamentos em que foram utilizadas macroalgas variou de 575 g no tratamento II-B a 447 g no III-A.

Com relação aos valores médios do número de mortos e de ecdises não houve diferença estatística entre os tratamentos (p>0,05), sendo que no tratamento II-B, de maior biomassa total, houve maior mortalidade, 1,5 lagosta/recipiente de transporte, devido a

falta temporária de aeração em uma das repetições, que ocasionou uma súbita redução na concentração de oxigênio dissolvido, acarretando a mortalidade, mesmo não sendo o tratamento com menor valor médio de oxigênio dissolvido (3,10 mg L^{-1}). O tratamento de menor valor médio de oxigênio dissolvido foi o IV-B, o qual não apresentou mortalidade.

A quantidade média de ecdises variou de 0,75 nos tratamentos I-A, III-A e IV-A a nenhuma, nos tratamentos III-B e IV-B. Os tratamentos que não apresentaram mortalidade foram os que obtiveram maiores valores médios de ecdise, mas, devido aos valores serem baixos, inferiores a 1 animal por tratamento, não se pode evidenciar situação elevada de estresse. Entre todos os tratamentos realizados não houve diferença estatística com relação ao número médio de ecdises ocorridas ($p>0,05$).

4 I DISCUSSÃO

O comportamento gregário nas estruturas de transporte sem uso de macroalgas é comum em situação de estresse para a espécie *Panulirus argus*. Desta forma, pode-se considerar um fator positivo na realização do transporte o fato dos animais não se agregarem uns aos outros nos recipientes com a presença de macroalgas, apesar de essas competirem com as lagostas por oxigênio, na ausência de luz (Cardoso et al., 2011), aumentando o risco da redução de concentração de OD.

As lagostas na fase de Puerulus nadam e se estabelecem próximas à costa, em habitats compostos de macroalgas marinhas (Cox et al., 2008; Radhakrishnan, 2012). As pós-larvas nadam ativamente em direção à costa e se estabelecem na vegetação marinha rasa (comprimento de carapaça de 6 a 25 mm), onde residem por alguns meses (Briones-Fourzán et al., 2016). Este hábito também é comum na fase juvenil, pois, juvenis de lagostas espinhosas podem ter até três fases distintas de assentamento, sendo a primeira: a fase algal, em que os animais se fixam em bancos de macroalgas (Lipcius e Eggleston, 2000; Bertelsen, 2013). Portanto, a presença de macroalgas nas estruturas de transporte podem simular o ambiente natural habitual dos juvenis, favorecendo à redução do estresse durante o manejo.

O ácido ascórbico pode ser utilizado para reduzir os efeitos estressantes de concentrações elevadas de compostos nitrogenados, como o nitrito, na água de cultivo (Stickney, 2005). Microcrustáceos *Artemia* podem ser enriquecidos com altas doses de ácido ascórbico para alimentar filosomas da lagosta *Jasus edwardsii*, com o intuito de auxiliar no desenvolvimento do animal, elevar os níveis de sobrevivência e reduzir os índices de estresse (SMITH et al., 2004). O baixo índice de mortalidade verificado em todos os tratamentos sugere que a adição de ácido ascórbico a 10 ppm não teve influência relevante no experimento, nas condições estabelecidas.

A temperatura da água e o estresse são fatores que devem ser obrigatoriamente controlados durante o transporte, e qualquer descontrole nestas condições pode levar ao

consumo de mais oxigênio (Whiteley e Taylor, 2016). Além de que, a amônia excretada na água tende a se tornar tóxica se não for utilizado algum sistema de aeração. A temperatura da água para a manutenção de lagostas tropicais deve ficar no intervalo de 25-30°C, e a salinidade entre 30-38‰ (Radhakrishnan, 2012; Rodríguez-Fuentes et al., 2017). No presente experimento, em todos os tratamentos, a temperatura permaneceu dentro do intervalo sugerido pelo autor, assim como a salinidade manteve-se 2 unidades acima do recomendado. O pH manteve-se dentro da faixa recomendada para a lagosta *Homarus gammarus* em condições naturais (Kristiansen et al., 2004).

A temperatura ótima para a criação de pós-larvas de *Panulirus argus* está entre 29 e 30°C (Lellis e Russell, 1990). Com o aumento da temperatura de 20 a 28ºC há aumento linear do metabolismo de juvenis de *P. argus* (Perera et al., 2007). Desta forma, recomendam-se temperaturas abaixo de 30ºC, para redução do metabolismo das lagostas, e consequente redução do estresse e consumo de oxigênio.

Pesquisas anteriores relatam o transporte lagostas de aproximadamente 200 juvenis de *Panulirus homarus* com peso médio de aproximadamente 60 g e 40 mm de comprimento de cefalotórax, em tambores de PVC com capacidade de 180 L, durante 7 h (Kemp e Britz, 2008). Também já foi descrito na literatura o transporte de *P. argus* na fase pueruli, com peso médio de 0,22 g, utilizado sacos de 3,8 L com 150 mL de água marinha e injeção de oxigênio puro, na densidade de 20 lagostas/saco, com duração de 8 horas (Lellis e Russell, 1990). No transporte de lagostas o formato do recipiente de transporte é tão importante quanto o volume, já que diferentemente dos peixes e outros organismos aquáticos, as lagostas não ocupam a coluna de água, ficando apenas no fundo (bentônicos). Então, pode-se sugerir que vários recipientes menores que somam o mesmo volume que um recipiente “grande”, de maior volume, tendem a ter maior área de fundo, o que acomodará melhor os animais durante o transporte.

No transporte de lagostas *P. homarus* foi descrito o uso de uma densidade aproximada de organismos de 66 g L^{-1} (Kemp e Britz, 2008). No presente trabalho foram utilizadas densidades menores (23,5 g L^{-1} e 31,8 g L^{-1}), o que pode se relacionar diretamente aos bons níveis de sobrevivência.

A concentração mínima de oxigênio dissolvido recomendada para manejos de transporte de animais aquáticos é de 4 mg L^{-1} em condições naturais (Kristiansen et al., 2004). Os organismos transportados na densidade “A” apresentaram níveis de OD acima de 5 mg L^{-1}. Tendo em vista que os tratamentos com densidade “B” apresentaram maior densidade de organismos, era esperado que os níveis de OD fossem menores, com média de 3,0 mg L^{-1}. Apesar dos menores níveis de oxigênio dissolvido nos tratamentos de densidade B, não houve diferença significativa entre o número de mortos em todos os tratamentos ($p>0,05$). Apesar disso, objetivando-se o bem estar animal, sugere-se níveis de OD acima de 5 mg L^{-1}.

A redução da mortalidade de animais aquáticos capturados, e transportados, para

manutenção em cativeiro, tais como, aquicultura e aquários, ou para comércio de animais vivos, ou ainda que serão devolvidos ao ambiente aquático, é importante por razões ecológicas, econômicas e éticas (Stoner, 2012).

A ecdise é um processo diretamente relacionado ao crescimento dos animais, e sua frequência é influenciada principalmente pela temperatura da água e estação do ano, porém, outros fatores também podem influenciá-la, como nutrição e estresse (Phillips e Melville-Smith, 2006). Assim, como o número de organismos que realizaram muda foi menor que 1 em cada repetição, sugere-se que o manejo empregado não resultou em níveis altos de estresse.

Os juvenis de lagosta são especialmente suscetíveis ao estresse e, portanto, eles devem ser mantidos em água logo depois de trazidos para a costa (Radhakrishnan, 2012). O máximo cuidado deve ser tomado para que os seus apêndices não sejam perdidos durante a remoção da rede ou que não estejam feridos abaixo do abdômen. O hábito gregário observado nos tratamentos sem macroalgas pode favorecer à perda de apêndices e consequente aumento dos níveis de estresse, devido aos ferimentos. Considerando que nos tratamentos com macroalgas não houve diferença nos níveis de OD em ambas as densidades, e que sua presença contribuiu para inibição do hábito gregário, pode-se sugerir que a presença de macroalgas colabora para a redução dos níveis de estresse no transporte de juvenis de lagosta, utilizando-se a mesma densidade em um transporte de até 8 horas.

5 | CONCLUSÕES

Os animais utilizados nesta pesquisa mostraram-se resistentes ao manuseio e recuperaram-se rapidamente do estresse do transporte, indicando juvenis de lagosta Panulirus argus com peso médio próximo de 10 g como adequados para realização deste tipo de manejo.

O transporte de lagostas da espécie *P. argus* mostrou-se viável, sendo necessário apenas um compressor portátil e um recipiente plástico com capacidade de 15 L, com 50% do volume, para transportar entre 200 e 300 g de lagosta, por um período de até 8 horas.

Não se verificou a necessidade do uso de antiestressantes e macroalgas para transportes com duração de até 8 horas, com biomassa de lagostas inferior a 40 g L^{-1} de água marinha, levando-se em consideração um área mínima para acomodação dos animais, que é igual a área que eles ocupam quando estão na sua posição natural. Porém, recomenda-se a utilização de macrolagas para inibir o comportamento gregário dos juvenis durante o transporte, com o intuito de evitar a perda de apêndices.

Biomassas maiores podem representar maior risco de ocorrência de mortalidade, principalmente quando se utiliza apenas aeração sem incorporação de oxigênio puro, devido esse parâmetro se considerado um fator limitante no transporte de lagostas.

Tendo em vista a alta taxa de mortalidade verificada em ambiente natural de *Panulirus argus* durante o primeiro ano em estágio bentônico (95-97%), e redução de sua taxa de mortalidade (5-15%) pela recolha de indivíduos para seu desenvolvimento inicial em laboratório, como abordado por Mills et al. (2005), esta ação pode contribuir diretamente para a realização de operações visando a preservação da espécie.

REFERÊNCIAS

BERTELSEN, R. D. Characterizing daily movements, nomadic movements, and reproductive migrations of *Panulirus argus* around the Western Sambo Ecological Reserve (Florida, USA) using acoustic telemetry. *Fisheries research*, Mississauga, v. 144, p. 91-102, 2013.

BRIONES-FOURZÁN, P.; DE COTE-HERNÁNDEZ, R. M.; LOZANO-ÁLVAREZ, E. Variability in prevalence of *Cymatocarpus solearis* (Trematoda, Brachycoeliidae) in Caribbean spiny lobsters *Panulirus argus* (Decapoda: Palinuridae) from Bahía de la Ascensión (Mexico). *Journal of invertebrate pathology*, San Diego, v. 137, p. 62-70, 2016.

CARDOSO, A. S.; VIEIRA, G. E. G.; MARQUES, A. K. O uso de microalgas para a obtenção de biocombustíveis. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 9, n. 4, p. 542-549, 2011.

COX, S. L.; JEFFS, A. G.; DAVIS, M. Developmental changes in the mouthparts of juvenile Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*: Implications for aquaculture. *Aquaculture*, v. 283, n. 1-4, p. 168-174, 2008.

DIAS NETO, J. *Plano de gestão para o uso sustentável de lagostas no Brasil*. 1ª ed. Edições IBAMA, 121p, Brasília, 2008 .

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations**.** *FishStatJ - software for fishery statistical time series*. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>, Rome: Database 1950-2013. Acessado em: 7 dez. 2015.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations**.** Enfoque cosistémico para la pesca de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) Junio de 2019. Disponível em: < http://www.fao.org/fi/static-media/MeetingDocuments/WECAFC/WECAFC2019/17/Ref.35s.pdf>. Acessado em: 6 jan. 2020a.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations**.** *FishStat*. Disponível em: < http://www.fao.org/fishery/species/3445/en>. Acessado em: 6 jan. 2020b.

FONTELES-FILHO, A. A. The state of the lobster fishery in north-east Brazil. *In*: PHILLIPS, F. B.; KITTAKA, J. *Spiny lobster: fisheries and culture*. Blackwell Science. p. 121-134, Oxford, 2000.

GARDNER, C.; FRUSHER, S.; MILLS, D.; OLIVER, M. Simultaneous enhancement of rock lobster fisheries and provision of puerulus for aquaculture. *Fisheries Research*, v. 80, n. 1, p. 122-128, 2006.

GORNIK, S. G.; ALBALAT, A.; ATKINSON, R. J. A.; COOMBS, G. H.; NEIL, D. M. The influence of defined ante-mortem stressors on the early post-mortem biochemical processes in the abdominal muscle of the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). *Marine Biology Research*, v. 6, n. 3, p. 223-238, 2010.

JEFFS, A.; DAVIS, M. An assessment of the aquaculture potential of the Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*. *Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, v. 54, p. 413-426, 2003.

JOHNSTON, D.; MELVILLE-SMITH, R.; HENDRIKS, B.; MAGUIRE, G. B.; PHILLIPS, B. Stocking density and shelter type for the optimal growth and survival of western rock lobster *Panulirus cygnus* (George). *Aquaculture*, v. 260, n. 1-4, p. 114-127, 2006.

KEMP, J. O. G.; BRITZ, P. J. The effect of temperature on the growth, survival and food consumption of the east coast rock lobster *Panulirus homarus rubellus*. *Aquaculture*, v. 280, n. 1-4, p. 227-231, 2008.

KRISTIANSEN, T. S.; DRENGSTIG, A.; BERGHEIM, A.; DRENGSTIG, T.; SVENSEN, R.; KOLLSGARD, I.; NOSTVOLD, E.; FARESTVEIT, E.; AARDAL, L. *Development of methods for intensive farming of European lobster in recirculated seawater*. 6ª ed. Fisken og havet. p. 52, Norway, 2004.

LELLIS, W. A. E RUSSELL, J. A. Effect of temperature on survival, growth and feed intake of postlarval spiny lobsters, *Panulirus argus*. *Aquaculture*, v. 90, n. 1, p. 1-9, 1990.

LIPCIUS, R. N.; EGGLESTON, D. B. Introduction: ecology and fishery biology of spiny lobsters. *In*: PHILLIPS, B. F.; KITTAKA, J. (Ed.). *Spiny Lobsters: Fisheries and Culture*. Blackwell Science. p. 1-41, Oxford, 2000.

MILLER, C. L.; OHS, C. L.; CRESWELL, R. L. Candidate Species for Florida Aquaculture: Caribbean Spiny Lobster, *Panulirus argus*. *University of Florida – IFAS Extension*, FA147, 2013. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/FA/FA14700.pdf>. Acesso em: 16 Jan. 2016.

MILLS, D. J.; GARDNER, C.; OLIVER, M. Survival and movement of naive juvenile spiny lobsters returned to the wild. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 324, n. 1, p. 20-30, 2005.

MUÑOZ-NUÑEZ, D. *The Caribbean Spiny Lobster Fishery in CUBA: An Approach to Sustainable Fishery Management*. Virgínia. Tese de Doutorado. Thesis Master of Environmental Management, Nicholas School of the Environment of Duke University, 97 p., Durham, 2009.

MUZITANO, I. S.; NEVES, C. A. ; RADAEL, M. C. ; REZENDE, F. P.; MENDONÇA, P. P.; SANTOS, M. B.; ANDRADE, D. R. ; VIDAL JR, M. V. Suplementação de vitamina C na estruturação do tecido conjuntivo de Melanotênia-maçã. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 34, n. 8, p. 780-784, 2014.

PAIVA, M. P. *Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil*. 1ª ed. Editora da Universidade Federal do Ceará. 278 p., Fortaleza, 1997.

PERERA, E.; DÍAZ-IGLESIAS, E.; FRAGA, I.; CARRILLO, O.; GALICH, G. S. Effect of body weight, tempe rature and feeding on the metabolic rate in the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804). *Aquaculture*, v. 265, n. 1-4, p. 261-270, 2007.

PHILLIPS, B. F. e MELVILLE-SMITH, R. *Panulirus* species. *In*: PHILLIPS, B. F. *Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*. Blackwell Publishing. p. 359-384, Oxford, 2006.

RADHAKRISHNAN, E. V. Review of prospects for lobster farming. *In*: PHILIPOSE, K. K.; LOKA, J.; SHARMA, S. R. K.; DAMODARAM, D. *Handbook on Open Sea Cage Culture.* Maya Creative Mind. p. 96-111, Calicut, 2012.

RODRÍGUEZ-FUENTES, G.; MURÚA-CASTILLO, M.; DÍAZ, F.; ROSAS, C.; CAAMAL-MONSREAL, C.; SÁNCHEZ, A.; PASCUAL, C. Ecophysiological biomarkers defining the thermal biology of the Caribbean lobster *Panulirus argus*. *Ecological indicators*, San Diego, v. 78, p. 192-204, 2017.

RODRÍGUEZ-RAMOS, T.; CARPIO, Y.; RAMOS, L.; PONS, T.; FARNÓS, O.; IGLESIAS, C.; BOLÍVAR, J. New aspects concerning to the characterization and the relationship with the immune response in vivo of the spiny lobster *Panulirus argus* nitric oxide synthase. *Nitric Oxide*, San Diego, v. 25, n. 4, p. 396-406, 2011.

SMITH, G. G.; BROWN, M. R.; RITAR, A. J. 2004 Feeding juvenile *Artemia* enriched with ascorbic acid improves larval survival in the spiny lobster *Jasus edwardsii*. *Aquaculture Nutrition,* 10:105-112.

STICKNEY, R. R. Understanding and maintaining water quality. *In*: STICKNEY, R. R. *Aquaculture: an Introductory Text.* Cabi Publishing. p. 95-131, Wallingford, 2005.

STONER, A. W. Assessing Stress and Predicting Mortality in Economically Significant Crustaceans. *Reviews In Fisheries Science,* v. 20, n. 3, p. 111-135, 2012.

WAHLE, R. A; FOGARTY, M. J. Growth and Development: Understanding and Modelling Growth Variability in Lobsters. *In*: PHILLIPS, B. F. *Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*. Blackwell Publishing. p. 1-44, Oxford, 2006.

WHITELEY, N. e TAYLOR, T. *Handling, Transport and Storage of Live Crabs and Lobster*. 2016. Disponível em: <http://seafoodacademy.org/Library/Seafish/Crabs and Lobsters.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2016.

ZAR, J. H. *Biostatistical Analysis*. 5th Edition. Pearson Prentice-Hall, Upper Sandller River. p.223-944, New Jersey, 2010.

ZUANON, J. A. S.; SALARO, A. L.; FURUYA, W. M. Produção e nutrição de peixes ornamentais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 1, p. 165-174, 2011.

CAPÍTULO 5

OCORRÊNCIA DE CISTICERCOSE EM BOVINOS ABATIDOS NO NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ ENTRE 2012 E 2016

Data de aceite: 01/02/2021
Data de submissão: 05/11/2020

Silvia Tabuse
Universidade Estadual de Maringá
Umuarama - Paraná
http://lattes.cnpq.br/7435637672518918

Bruna Salviano Campos
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Unaí- Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/0182363668394786

Marília Cristina Sola
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Unaí- Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/2911330808826337

Jenevaldo Barbosa da Silva
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Unaí- Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/3251119021411047

Rafael Romero Nicolino
Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte- Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/7376057526674511

Paulo Fernandes Marcusso
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Unaí, Brasil
http://lattes.cnpq.br/7590511974577384

RESUMO: A cisticercose bovina é uma zoonose de distribuição global, com grande impacto na saúde pública além de grandes perdas econômicas. No presente trabalho foi realizado um levantamento em caráter retrospectivo da prevalência de cisticercose em carcaças de bovinos abatidos no noroeste do estado do Paraná entre 2012 e 2016. Os dados foram obtidos pela website do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através do portal eletrônico SIGSIF (Serviço de Inspeção Federal), responsável pela fiscalização e armazenamento de informações sobre o abate de animais em território nacional, disponível em: <http://sigsif.agricultura.gov.br>. Foram analisados os casos de diagnóstico positivo por mês em cada ano, a distribuição de frequência absoluta e relativa, bem como os achados de larvas vivas e calcificadas. Além disso, também se estimou as perdas ocorridas pelos produtores durante este período, já que em casos de cisticercose a carcaça pode ser destinada ao tratamento pelo frio ou calor, gerando descontos entre 20% e 50% sobre a remuneração ao produtor. Considerando-se que o peso médio da carcaça de um bovino é aproximadamente 260kg e que a média dos valores pagos por arroba (equivalente a 15Kg da carcaça) dos cinco anos foi de R$ 124,34, tem-se um valor de R$ 2.155,22 por carcaça bovina. Como 2.307 animais (12,4%) apresentaram larvas vivas na carcaça, estima-se um prejuízo de R$ 1.491.632,38 para o período avaliado, prevendo um desconto de 30%. Sendo assim, verifica-se que além do impacto zoonótico, a cisticercose bovina compromete de forma significativa o setor produtivo da pecuária

de corte, necessitando de medidas de controle sanitário na prevenção da enfermidade.
PALAVRAS-CHAVE: Condenação de carcaças e vísceras, prejuízo econômico, saúde pública, zoonoses.

OCCURRENCE OF CYSTICERCOSIS IN CATTLE SLAUGHTERED IN THE NORTHWEST OF THE STATE OF PARANÁ BETWEEN 2012 AND 2016

ABSTRACT: Bovine cysticercosis is a zoonosis of global distribution, with a major impact on public health and generating major reduction in promotion. In the present study, a retrospective survey of the prevalence of cysticercosis in carcasses of cattle slaughtered in the northwest of the state of Paraná between 2012 and 2016 was carried out. The data were used by the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA) website, through electronic portal SIGSIF (Federal Inspection Service), responsible for the inspection and storage of slaughter data for all those classified as beef slaughterhouses / slaughterhouses, available at: <http://sigsif.agricultura.gov.br>. The cases of positive diagnosis per month in each year were identified, the distribution of absolute and relative frequency, as well as the findings of live and calcified larvae. In addition, it was also estimated as losses incurred by producers during this period, since in cases of live cysticercosis the carcass is intended for cold treatment and production receives only 70% of its value. It seems that the average carcass weight of a bovine is approximately 260kg and that the average of the amounts paid per arroba (equivalent to 15Kg of the carcass) for the five years was R $ 124.34, we have a value of R $ 2,155.22 per bovine carcass. As 2,307 animals (12.4%) presented live larvae in the carcass, a loss of R$ 1,491,632.38 is estimated for the period evaluated, providing for a 30% discount. Thus, it appears that in addition to the zoonotic impact, bovine cysticercosis significantly compromises the productive sector of beef cattle, requiring health control measures to prevent the disease.
KEYWORDS: Condemnation of carcasses and viscera, economic damage, public health, zoonoses.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil possui atualmente um rebanho de bovinos de 222 milhões de cabeças, sendo o país de maior rebanho do mundo (IBGE, 2019). Comparado às últimas décadas, o país tem transformado toda a sua cadeia produtiva, investindo cada vez mais na genética do rebanho e na diminuição da idade ao abate. Também se destacam as indústrias que modernizaram suas instalações e se transformaram em grandes indústrias de processamento de carne e derivados (SOUZA et al., 2018).

Além destes avanços no mercado cárneo, o desenvolvimento de um programa de sanidade animal é importante para um melhor controle das enfermidades que acometem bovinos e apresentam riscos à saúde humana. Dentre as doenças que mais se destacam, encontra-se a cisticercose bovina, que é de caráter zoonótico (OLIVEIRA et al., 2011), provocada pela presença do metacestóide de *Taenia saginata*, nos tecidos do seu hospedeiro (intestino delgado do ser humano), além de se albergar nas carcaças e vísceras

de bovinos. Os animais adquirem o parasito a partir da ingestão de ovos viáveis de fezes humanas que contaminam o ambiente (GUSSO, 1997; DUARTE et al., 2016). O homem, por sua vez, adquire a teníase, ao ingerir carne crua ou mal passada contendo o cisticerco vivo (CHAGAS et al., 2008; BOMTEMPO et al., 2018).

A importância da ocorrência de cisticercose em bovinos deve-se ao prejuízo econômico causado aos pecuaristas, além das perdas as indústrias pelo fato da proibição da exportação das carcaças. De acordo com Assunção et al. (2014), em casos de aproveitamento condicional, o produtor recebe cerca de 70% do valor total quando a carcaça recebe tratamento pelo frio, um desconto de 50% quando a carcaça é destinada à produção de conservas (tratamento por calor) e fica sem bonificação caso o destino final da carcaça seja a graxaria. Rossi (2014) verificou que no ano de 2012, os produtores, fornecedores de animais para abate sofreram prejuízo de 709.533,00 reais devido à presença de cisticercose.

Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 2017), durante a inspeção *post-mortem* as carcaças com infecção intensa por cisticercose bovina devem ser condenadas caso sejam detectados pelo menos oito cistos, vivos ou calcificados, sendo quatro ou mais cistos em locais de eleição examinados na linha de inspeção (músculos da mastigação, língua, coração, diafragma e seus pilares, esôfago e fígado) e quatro ou mais cistos localizados no quarto dianteiro (músculos do pescoço, do peito e da paleta) ou no quarto traseiro (músculos do coxão, da alcatra e do lombo), após pesquisa no Departamento de Inspeção Final, mediante incisões múltiplas e profundas.

Caso sejam observadas infecções leves ou moderadas, caracterizadas pela detecção de cistos viáveis ou calcificados em quantidades inferiores à infecção intensa, após pesquisa em todos os locais de eleição examinados na linha de inspeção e na carcaça correspondente, esta deve ser destinada ao tratamento condicional pelo frio ou pelo calor, após remoção e condenação das áreas atingidas. O diafragma e seus pilares, esôfago e fígado, assim como outras regiões possíveis de infecção, devem receber o mesmo destino dado à carcaça (BRASIL, 2017).

Este trabalho tem como objetivo descrever a prevalência de cisticercose em bovinos abatidos em frigorífico com Serviço de Inspeção Federal (SIF) localizado no noroeste do estado do Paraná entre 2012 e 2016.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento de dados em um frigorífico localizado no noroeste do Paraná, através da website do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), pelo portal eletrônico SIGSIF (Sistema Informações Gerenciais do Serviço de Inspeção Federal), responsável pela fiscalização e armazenamento de dados de abate de todos

os estabelecimentos classificados como abatedouros-frigoríficos de bovinos, disponível em: <http://sigsif. agricultura.gov.br>. Os documentos obtidos junto a esse órgão possuem caráter retrospectivo, ou seja, os dados adquiridos se referem ao total de condenações por município no período de 2012 a 2016.

As informações coletadas durante este período foram obtidas pelos auxiliares de inspeção durante sua rotina de diagnóstico post-mortem, sendo realizada a pesquisa de cisticercose bovina nas linhas de inspeção (cabeça, língua, coração, diafragma e esôfago) que se basearam nas normas preconizadas pelo SIF (BRASIL, 2017). Foram analisados os casos de diagnóstico positivo por mês em cada ano, bem como a classificação dos achados em lesões calcificadas e larvas vivas.

Foi realizada uma estatística descritiva dos dados através de tabelas de distribuição de frequência absoluta e relativa com número e porcentagem geral e específica de cada item pelo software Microsoft Office Excel 2010.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As frequências absolutas para as ocorrências de diagnósticos de cisticercose em carcaças bovinas abatidas e ao estágio larval vivo ou calcificado do parasita no frigorífico da região noroeste do estado do Paraná, no período de 2012 a 2016, indicam que houve diminuição do número de casos diagnosticados relativos à cisticercose no decorrer dos anos (Tabela 1).

Durante os cinco anos de levantamento, 18.629 bovinos apresentaram lesão ou alterações compatíveis com cisticercose, sendo 27,5% (5.135) em 2012; 22,5% (4.191) em 2013; 22,6% (4.215) em 2014; 15,2% (2.837) em 2015 e 12,1% (2.251) em 2016.

Mês	2012	2013	2014	2015	2016	TOTAL
Janeiro	436	276	386	291	246	1.635
Fevereiro	540	272	417	301	229	1.759
Março	455	380	343	266	189	1.633
Abril	403	386	321	235	182	1.527
Maio	494	353	335	171	173	1.526
Junho	497	278	307	203	190	1.475
Julho	458	381	339	244	200	1.622
Agosto	433	380	339	231	166	1.549
Setembro	364	456	390	236	158	1.604
Outubro	491	402	432	262	152	1.739
Novembro	337	307	263	196	173	1.276
Dezembro	227	320	343	201	193	1.284

TOTAL	5.135	4.191	4.215	2.837	2.251

Tabela 1 – Total de ocorrência de diagnóstico de cisticercose em bovinos abatidos em frigorífico localizado no noroeste do Paraná, no período de 2012 a 2016.

Ao somar o número de ocorrências por mês durante foi possível observar maiores quantidades nos meses de fevereiro 9,44% (1.759) e outubro 9,33% (1.739). Pinheiro (2012) verificou maior ocorrência de casos de cisticercose nos meses de agosto a outubro. Entretanto não foi possível estabelecer uma correlação dos meses em relação à infestação parasitária.

	Calcificado		Viva		Total
	Absoluto	%	Absoluto	%	
Janeiro	1.428	87,3	207	12,7	1.635
Fevereiro	1.528	86,9	231	13,1	1.759
Março	1.439	88,1	194	11,9	1.633
Abril	1.335	87,4	192	12,6	1.527
Maio	1.333	87,4	193	12,6	1.526
Junho	1.294	87,7	181	12,3	1.475
Julho	1.439	88,7	183	11,3	1.622
Agosto	1.338	86,4	211	13,6	1.549
Setembro	1.395	87,0	209	13,0	1.604
Outubro	1.541	88,6	198	11,4	1.739
Novembro	1.105	86,6	171	13,4	1.276
Dezembro	1.147	89,3	137	10,7	1.284
Total	16.322	87,6	2307	12,4	18.629

Tabela 2 – Porcentagem e classificação quanto ao estágio larval ou calcificado de casos de cisticercose bovina no período de 2012 a 2016 no frigorífico localizado no noroeste do Paraná.

O frigorífico possui uma capacidade média de abate diária de 750 bovinos, sendo a maioria dos animais provenientes do estado do Paraná. Como o frigorifico não forneceu dados sobre a quantidade de abate anual, foi realizada uma estimativa da média anual de abates considerando a quantidade de dias úteis de cada ano, resultando em uma média anual de 189.750 abates em 2012; 191.250 em 2013; 191.250 em 2014; 189.000 em 2015 e 190.500 em 2016. Se considerarmos a média de abates dos cinco anos temos 190.350 animais.

Ao realizar a comparação da classificação das lesões em calcificadas e larvas vivas foi possível observar maior porcentagem de diagnósticos de cisticercose calcificada

sendo esta em 87,6% dos casos e 12,4% vivas. Essa maior porcentagem de cisticercos calcificados pode estar relacionada ao fato do uso de vermífugo ou ao abate após o tempo de vida do parasito que pode variar de 18 meses a dois anos (LIMA et. al, 2011).

Na literatura, a menor prevalência encontrada para cisticercose em bovinos foi de 0,063%, relatada por Lima e colaboradores (2011) no estado do Mato Grosso do Sul. Enquanto que o maior índice foi descrito por Corrêa e colaboradores (1997) no Rio Grande do Sul (4,63%), mostrando como existe uma grande variação dos casos de cisticercose, de acordo com a região do Brasil.

Essa diferenciação se deve ao fato dos mais diversos modos de criação bovina e de fatores sanitários humanos, como o modo inadequado de higienização próximos a pasto e a exposição direta de animais à dejetos humanos (BOMTEMPO et al., 2018). Segundo Souza e colaboradores (1997), a forma de criação intensiva possibilita um contato mais íntimo entre ser humano e animal, sendo um dos principais fatores para a disseminação da doença.

Alinhando-se a isso, outro problema enfrentado são as produções científicas, que são esporádicas e não atualizadas, fazendo com que a maior parte das citações seja limitada, circunscrita ou pontual. Assim, tanto índices muito baixos quanto muito elevados devem ser analisados com cautela, ora por restrição espacial/temporal, ora pelo predomínio de abates de animais de regiões endêmicas (PEREIRA et al., 2006; CALEMAN & CUNHA, 2011).

É importante estimar também as perdas ocorridas pelos produtores durante este período, já que em casos de cisticercose viva a carcaça é destinada ao tratamento pelo frio e o produtor recebe apenas 70% de seu valor. Considerando-se que o peso médio da carcaça de um bovino é aproximadamente 260kg (CLÍMACO, et. al., 2011) e que a média dos valores pagos por arroba (equivalente a 15Kg da carcaça) dos cinco anos foi de R$ 124,34, tem-se um valor de R$ 2.155,22 por carcaça bovina. Como 2.307 (12,4%) animais apresentaram larvas vivas na carcaça e, portanto, foi repassado ao produtor apenas 70% do valor da carcaça, em questão o prejuízo foi de R$ 1.491.632,38 para o período avaliado. Tal fato mostra o impacto econômico dessa doença para os produtores nacionais.

Separando as perdas ocorridas neste período por ano, podemos verificar que não há relação de maior número de diagnóstico de cisticercose viva e mês. Sendo que a Tabela 3 representa as perdas dos produtores em 2012 e o valor pago por arroba era de R$ 95,34. A Tabela 4 representa as perdas dos produtores em 2013 e o valor pago por arroba era de R$102,50. A Tabela 5 representa as perdas dos produtores em 2014 e o valor pago por arroba era de R$126,25. A Tabela 6 representa as perdas dos produtores em 2015 e o valor pago por arroba era de R$145,17. E por fim, a Tabela 7 representa as perdas dos produtores em 2016 e o valor pago por arroba era de R$152,42.

2012	Quantidade	Prejuízo (R$)
Janeiro	45	22.266,66
Fevereiro	59	29.194,06
Março	54	26.719,99
Abril	40	19.792,58
Maio	55	27.214,80
Junho	59	29.194,06
Julho	40	19.792,58
Agosto	54	26.719,99
Setembro	43	21.277,03
Outubro	70	34.637,02
Novembro	51	25.235,54
Dezembro	49	24.245,92
Total	619	306.290,24

Tabela 3 – Quantidade de casos de cisticercose bovina viva e prejuízo mensal dos produtores com as carcaças acometidas em 2012.

2013	Quantidade	Prejuízo (R$)
Janeiro	42	20.782,21
Fevereiro	33	16.328,88
Março	44	21.771,84
Abril	61	30.183,69
Maio	57	28.204,43
Junho	52	25.730,36
Julho	51	25.235,54
Agosto	50	24.740,73
Setembro	46	22.761,47
Outubro	26	12.865,18
Novembro	46	22.761,47
Dezembro	54	26.719,99
Total	562	278.085,81

Tabela 4 – Quantidade de casos de cisticercose bovina e prejuízo mensal dos produtores com as carcaças acometidas em 2013.

2014	Quantidade	Prejuízo (R$)
Janeiro	46	30.140,93
Fevereiro	37	24.243,79
Março	39	25.554,26
Abril	36	23.588,55
Maio	41	26.864,74
Junho	34	22.278,08
Julho	34	22.278,08
Agosto	36	23.588,55
Setembro	50	32.761,88
Outubro	44	28.830,45
Novembro	27	17.691,41
Dezembro	40	26.209,50
Total	464	304.030,20

Tabela 5 – Quantidade de casos de cisticercose bovina e prejuízo mensal dos produtores com as carcaças acometidas em 2014.

2015	Quantidade	Prejuízo (R$)
Janeiro	32	24.109,83
Fevereiro	53	39.931,91
Março	22	16.575,51
Abril	23	17.328,94
Maio	29	21.849,54
Junho	25	18.835,81
Julho	42	31.644,16
Agosto	53	39.931,91
Setembro	55	41.438,78
Outubro	35	26.370,13
Novembro	25	18.835,81
Dezembro	22	16.575,51
Total	416	313.427,84

Tabela 6 – Quantidade de casos de cisticercose bovina e prejuízo mensal dos produtores com as carcaças acometidas em 2015.

2016	Quantidade	Prejuízo (R$)
Janeiro	42	33.224,51
Fevereiro	49	38.761,93
Março	35	27.687,09
Abril	32	25.313,91
Maio	11	8.701,66
Junho	11	8.701,66
Julho	16	12.656,96
Agosto	18	14.239,08
Setembro	15	11.865,90
Outubro	23	18.194,38
Novembro	22	17.403,32
Dezembro	12	9.492,72
Total	286	226.243,10

Tabela 7 – Quantidade de casos de cisticercose bovina e prejuízo mensal dos produtores com as carcaças acometidas em 2016.

Segundo Strutz et al. (2015), as perdas econômicas resultantes da condenação ou aproveitamento condicional de carcaça com presença de cisticercose leva a um *marketing* negativo para o produto cárneo brasileiro.

No período do levantamento, o frigorífico recebeu bovinos para abate de 248 municípios, sendo a maioria, 240 (96,7%), pertencente ao estado do Paraná, além de sete (2,8%) oriundas do estado de Rondônia e um (0,4%) pertencente ao Mato Grosso do Sul. Desses 248 municípios de origem de bovinos para abate no período estudado, apenas 99 são encontrados nos cinco anos de estudo.

4 | CONCLUSÃO

Em cinco anos avaliados 9,8% dos bovinos abatidos (18.629) apresentaram lesões ou alterações compatíveis com cisticercose, sendo cerca de 12,4% das lesões na sua forma viva que gerou um prejuízo acumulado de R$ 1.491.632,38. Portanto, mesmo a cisticercose sendo uma doença de profilaxia e de tratamento simples, ainda continua a trazer altos prejuízos aos produtores do Brasil.

REFERÊNCIAS

ASSUNÇÃO E.F.; FERREIRA I.M.; BRAGA H.F. **Prevalência de cisticercose e tuberculose bovina em frigorífico exportador de Campina Verde, MG**. PUBVET, Maringá v. 8, n. 19, ed. 268, art. 1783, Outubro, 2014.

BOMTEMPO P.T.; OGLIARI K.; OLIVEIRA P.G.; LOPES D.T.; SATURNINO K.C.; FERRAZ H..T.; MOREIRA C.N.;BRAGA I.A.; RAMOS D.G.S. **Impacto da cisticercose na produção de carnes bovina e suína**. PUBVET, Maringá v.12, n.12, a231, p.1-8, dez., 2018.

BRASIL, **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)** – Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal.

CALEMAN, S.M.Q.; CUNHA, C.F. **Estrutura e conduta da agroindústria exportadora de carne bovina no Brasil**. Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, v. 13, n. 1, 2011.

CHAGAS, L.G.S.; LOPES, E.F.; MANZAN, N.H.; SANTOS, M.C.D.; NASCIMENTO, A.F.; OLIVEIRA, L.S.R.; ALMEIDA, L.P. **O complexo teníase-cisticercose em pequenas propriedades rurais em Uberlândia-MG.** In: VIII Encontro Interno e XII Seminário de Iniciação Científica da Universidade Federal de Uberlândia, 2008. **Anais**. Uberlândia, 2008.

CLÍMACO, SM; RIBEIRO, ELA; MIZUBUTI, IY; SILVA, LDF; BARBOSA, MAAF; BRIDI, AM. **Desempenho e características de carcaça de bovinos de corte de quatro grupos genéticos terminados em confinamentos**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.40, n.1, p.1562-67, 2011.

CORRÊA, G. L. B.; ADAMS, A. N.; ANGNES, F. A.; GRIGOLETTO, D. S. **Prevalência de cisticercose em bovinos abatidos em Santo Antônio das Missões, RS, Brasil.** Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, n.4, p.43-45,1997.

DUARTE C.T.D.; PINTO P.S.A.; SILVA L.F.; SANTOS T.O.; ACEVEDO-NIETO E.C.; ALMEIDA L.P. **Perfil da transmissão e prevalência da cisticercose bovina em propriedades rurais do Triângulo Mineiro.** Pesquisa Veterinária Brasileira, Rio de Janeiro, v. 36, n. 9, p. 793-797, set., 2016. DOI: 10.1590/S0100-736X2016000900001 793

GUSSO, R.L.F. **Teníase e Cisticercose**. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, Jaboticabal, v.6, n.2 p. 457-463, 1997.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pecuária municipal 2019**: Centro-Oeste concentra 34,4% do rebanho bovino do país. Estatísticas Econômicas. 24 de abril de 2020. Disponível em: < https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/dia-do-boi-como-o-brasil-se-tornou-o-maior-rebanho-bovino-do-mundo/>.

LIMA R.S; FRANÇA E.L; HONÓRIO-FRANÇA A.C; FERRARI C.K.B. **Prevalência de cisticercose bovina e conhecimento sobre a doença em 20 municípios do estado do Mato Grosso**. Revista Panorâmica Multidisciplinar, Portal do Araguaia, v.12, n.1, p.46-60, 2011.

OLIVEIRA A. W.; OLIVEIRA J. A. C.; BATISTA T. G.; OLIVEIRA E. R. A.; CAVALCANTI NETO C. C.; ESPÍNDOLA FILHO A. M. **Estudo da prevalência da cisticercose bovina no Estado do Alagoas**. Acta Veterinaria Brasilica, Mossoró, v. 5, n. 1, p. 41-46, 2011.

PEREIRA, M.A.V; SCHWANZ, V.S; BARBOSA, G.G. **Prevalência da cisticercose em carcaças de bovinos abatidos em matadouros-frigoríficos do estado do Rio de Janeiro, submetidos ao controle do serviço de Inspeção Federal (SIF-RJ), no período de 1997 a 2003**. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v.73, n. 1, p.83-87, 2006.

PINHEIRO, EG. **Incidência de cisticercose bovina em abatedouros no estado do Paraná** [dissertação]. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista; 2012.

ROSSI, G.A.M. **Frequência da cisticercose bovina no abate como índice de adoção das boas práticas agropecuárias** [dissertação]. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista; 2014.

SOUZA, R.M.; ANTUNES, C.F.; GUATIMOSIM, C.B.; RIBEIRO, R.M.P.; OLIVEIRA, A.L.; SANTOS, W.L. M. **A importância do Serviço de Inspeção Federal na Vigilância Sanitária de Alimentos-Cisticercose Bovina.** Higiene Alimentar, São Paulo, v.11, n.48, p. 19-21, 1997.

SOUZA G.A.C.; PROCÓPIO D.P.; CAMPOS G.A.; PROCÓPIO D.P. **Aspectos econômicos e sanitários sobre a condenação total de carcaças bovinas por cisticercose no estado de Mato Grosso do Sul.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.15 n.28; p. 124-30, 2018.

STRUTZ, D; PENACHIONI, RD; OLIVEIRA, JA; SANTOS, R; CASTRO, BG. **Estudo retrospectivo da ocorrência da cisticercose bovina em matadouro frigorífico de Sinop-MT, Brasil, 2009 a 2014**. Revista de Patologia Tropical, Goiânia, v.44, n. 3, p. 295-302, 2015.

SOBRE OS ORGANIZADORES

AMANDA VASCONCELOS GUIMARÃES - Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE (2008), Mestra em zootecnia na área de concentração em nutrição e produção animal pela Universidade Federal de Viçosa - UFV (2010) e Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras - UFLA (2015), na área de Produção e Nutrição de Ruminantes. Atua na área de nutrição e produção animal, com ênfase em nutrição e alimentação, avaliação de alimentos, forrageiras e resíduos agroindustriais. Atualmente é tutora EAD na Faculdade Unyleya, responsável pelas disciplinas Nutrição dos animais de produção e Manejo e conservação de pastagens, no curso de pós graduação.

TIAGO DA SILVA TEÓFILO - Médico Veterinário pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA (2008), Mestre em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal de Lavras – UFLA (2010), na área de Medicina da Produção Anima, Doutor em Ciência Animal pela UFERSA, na área de Morfofisiologia e Biotecnologia Animal. Tem experiência na área de clínica, nutrição, bioquímica e histofisiologia. Atua principalmente na manipulação da absorção de nutrientes, bioquímica clínica e produção animal, com ênfase em qualidade dos produtos de origem animal. Atualmente é docente do Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da UFERSA.

ÍNDICE REMISSIVO

A

B

C

D

E

F

V

Z

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br
PRODUÇÃO ANIMAL E MEIO AMBIENTE

Ano 2021

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

PRODUÇÃO ANIMAL E MEIO AMBIENTE

Ano 2021